

UNIVERSITE DE GENEVE
SECTION DES SCIENCES DE LA TERRE

FACULTÉ DES SCIENCES
PROFESSEUR P. BRONNIMANN

Géologie et stratigraphie de l'Elbourz oriental entre Aliabad et Shahrud, Iran

THESE

PRESENTÉE A LA FACULTE DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITE DE GENEVE POUR OBTENIR
LE GRADE DE DOCTEUR ES SCIENCES, MENTION
SCIENCES DE LA TERRE

PAR

JACQUES GABRIEL JENNY
DE LANCY (GENEVE)

THESE No 1820
GENEVE

IMPRIMERIE NATIONALE
1977

UNIVERSITE DE GENEVE
SECTION DES SCIENCES DE LA TERRE

FACULTÉ DES SCIENCES
PROFESSEUR P. BRONNIMANN

Géologie et stratigraphie de l'Elbourz oriental entre Aliabad et Shahrud, Iran

THESE

PRESENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE GENEVE POUR OBTENIR
LE GRADE DE DOCTEUR ES SCIENCES, MENTION
SCIENCES DE LA TERRE

PAR

JACQUES GABRIEL JENNY
DE LANCY (GENEVE)

THESE No 1820
GENEVE

IMPRIMERIE NATIONALE
1977



La faculté des sciences, sur le préavis de Messieurs
P. BRÜNNIMANN, professeur ordinaire et directeur de thèse
F. ALLEMANN, professeur (Université de Berne), Madame L.
ZANINETTI, professeur assistant (Dépt. de géologie et
paléontologie), H. HUBER, docteur (National Iranian Oil
Company)

autorise l'impression de la présente thèse, sans exprimer
d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

Genève, le 4 juillet 1977

Le Doyen: Jean MULLER

Thèse No 1820

TABLE DES MATIERES

Résumé, abstract	5
I Partie	
Avant-propos	10
Introduction	12
1 Remarques géographiques	12
2 Météorologie	14
3 Notice historique	16
4 Matériel cartographique	17
5 Photogéologie et cartographie géologique ...	18
6 Emplois de l'informatique	20
7 Situation de l'Iran dans le contexte de la Tectonique globale	21
II Partie STRATIGRAPHIE	
1 Remarque	30
2 Symboles utilisés	31
3 Schistes de Gorgan	34
4 Couches de Mohamadabad	44
5 F. de Lalun	50
6 F. de Shirgesht	57
7 Basaltes de Soltan-Maïdan	67
8 F. de Padeha	77
9 G. de Khoshyeilagh	87
10 F. de Mobarak	107
11 F. de Gheselghaleh	119
12 F. de Dorud	139
13 F. de Ruteh	147
14 F. de Nesen	157
15 F. d'Elika	163
16 F. de Shemshak	175
17 Jurassique supérieur et Crétacé	183
18 F. d'Abr	184
19 F. de Fajan	187
20 F. de Ziarat	189
21 Quaternaire	191
III Partie	
1 Roches éruptives	199
2 Métamorphisme	204
IV Partie : Tectonique	209
V Partie : Matériaux utiles	224
Conclusions	227
Bibliographie	231

L I S T E D E S A N N E X E S :

- 1 Carte géologique de l'Elbourz oriental
entre Aliabad et Shahrud, Iran du Nord-Est
Echelle 1:100.000 p.242
- 2 Carte de situation des échantillons
Echelle 1:170.000 p.249
- 3 Corrélation des faciès paléozoïques p.251
- 4 Coupe stratigraphique de Kalate Hadji Abdul Hossein
p.252
- 5 Listes de foraminifères paléozoïques (déterminations
M.Lys) p.254

"L'observation de détail sur le terrain
restera la condition première et l'élé-
ment essentiel du progrès".

M.Bertrand, 1912

		FORMATION	LITHOLOGIE	EMERSION	PEU PROFOND	PROFOND	EPIROGENE	OROGENE	ACTIVITE MAGMATIQUE	FOSSILES
QUATERNAIRE										
TERTIAIRE		ZIARAT	75 M, CALC.						F	F
		FAJAN	35 M, GRÈS							
CRETACE	S	GHALI MORAN	M, CALC. SIL							
	I	JAMI SHURAN POGALEH LAR	1080 M, CALC.							
JURASSIQUE	S									
	I	SHEMSHAK	2000 M, GRÈS							
TRIAS										
		ELIKA	210 M, CAL + DOL							
PERMIEN	S	NESEN	140 M, CALC.							
		RUTEH	120 M, CALC.							
	I	DORUD	220 M, CALC + DOL							
CARBONIFERE	S									
	M	GHESELGHALEH	240 M, CALC. GRÈS							
	I	MOBARAK	600 M, CALC. MAR							
DEVONIEN	S	GROUPE KHOSH- YEILAGH	1080 M, CALC.							
	M									
	I	PADEHA	190 M, GRÈS							
SILURIEN		SOLTAN MAIDAN	700 M, BASALTES							
ORDOVICIEN		SHIRGHESHT	150 M, SHALES							
CAMBRIEN	S									
	M									
	I	LALUN	120 M, GRÈS							
INFRACAMBRIEN		MOHAMADABAD	IGNIMBRITE							
PRECAMBRIEN		SCHISTES DE GORGAN	2000 M PHYLLADES							

LEGENDE : EN NOIR : LACUNE

FOSSILES SELON FIG. II.2.3

DISCORDANCE

VOLCANISME BASIQUE

VOLCANISME ACIDE

FIG. I.1.1 RESUME SCHEMATIQUE DE L'HISTOIRE GEOLOGIQUE
DE LA REGION D'ALIABAD ET DE SHAHRUD

R E S U M E

Le présent travail concerne la cartographie géologique, la stratigraphie et la tectonique de la chaîne de l'Elbourz oriental (Iran NE), entre Aliabad et Shahrud, sur une superficie de 1400 km² (fig. 1.1.2. p. 12).

Sur un substratum formé par des schistes métamorphiques protérozoïques s'est déposée une série sédimentaire de plateforme essentiellement carbonatée, où les terrains paléozoïques atteignent 3500 m de puissance, les terrains mésozoïques et cénozoïques 1500 m (fig.1.1.1).

Le Cambrien inférieur est gréseux, des shales ordoviciens supérieurs le recouvrent sans discordance angulaire. Une série basaltique représente les seuls terrains siluriens. Son épaisseur varie entre 700 m dans la partie S et 300 m plus au N. Le Dévonien inférieur est gréseux et une grande série sédimentaire carbonatée commence avec l'Eifélien. Elle se poursuit sans lacune importante jusqu'au Carbonifère supérieur qui montre un caractère très peu profond à continental. Au Permien débute un nouveau cycle sédimentaire calcaire qui se dépose sans discordance angulaire. Deux lacunes existent dans les couches permienes et une troisième les sépare des calcaires et des dolomies du Trias. Le Lias est représenté par des grès à charbon transgressant sur des strates permienes et triasiques plissées par une orogénèse cimmérienne ancienne. De ces grès à charbon, qui mesurent jusqu'à 2000 m de puissance à 20 km plus à l'E, ne subsistent sur l'aire cartographiée, que des lambeaux isolés. D'autres terrains mésozoïques affleurent à la limite orientale de la région concernée, mais ne font pas parties de cette étude. La série stratigraphique se termine par des grès paléocènes et des calcaires éocènes transgressifs sur le Jurassique inférieur. Les importants dépôts quaternaires sont transgressifs, avec une discordance angulaire sur tous les terrains plus anciens.

Les roches ignées rencontrées comprennent :

- Des ignimbrites situées entre le substratum métamorphique et la série paléozoïque.
- Des basaltes interstratifiés dans les sédiments cambriens, ordoviciens et dévoniens.
- Plusieurs épisodes filonniens basiques recoupent les strates paléozoïques et mésozoïques.

- Des pointements monzodioritiques post-jurassiques.

Les roches examinées ne présentent pas d'intérêt économique particulier, bien que divers horizons soient exploitables pour la construction (gypse, calcaire, loess).

La tectonique de la couverture sédimentaire de la région est caractérisée par un style de plissement "jurassien", avec des failles importantes atteignant parfois 4000 m. La direction des accidents principaux est NE/SW, c'est-à-dire, parallèle à l'orientation de la chaîne de l'Elbourz. Les plis se terminent contre le noyau de schistes métamorphiques précambriens (Gorgan High du N de la chaîne). Ce dôme cristallin a joué un rôle paléogéographique et tectonique important durant le Paléozoïque inférieur. Il constituait notamment une terre émergée durant l'Infracambrien.

Les données nouvelles que ce travail introduit sont :

- L'âge précambrien des Schistes de Gorgan est confirmé.
- La découverte des ignimbrites infracambriennes de Mohamadabad.
- L'âge ordovicien supérieur des shales micacés (F. de Mila Membre 5 ou F. de Shirgesht) est démontré par la palynologie.
- La flore du Dévonien moyen de Kalate Hadji Abdul Hossein est la première de cette époque décrite.
- La présence de sédiments carbonifères moyens et supérieurs est signalée pour la première fois.
- La stratigraphie du Paléozoïque est précisée par l'étude détaillée des fossiles : brachiopodes et foraminifères.

4 unités lithologiques ont été introduites :

- la Formation d'Abr (Paléocène ?).
- la Formation de Gheselghaleh (Carbonifère moyen et supérieur).
- la Formation de Soltan Maidan (Silurien).
- les Couches de Mohamadabad (Infracambrien).

A B S T R A C T

The subject of this work consists of a cartographical, stratigraphical and tectonical study covering a 1400 square kilometers area in the Elburz range (Northeast Iran) between Aliabad and Shahrud, (fig. 1.1.2. p. 12).

A shelf sedimentary sequence was deposited on a substratum of Proterozoic green schistes. This sequence of basically calcareous deposits reaches a thickness of 5000 meters, 3500 of which are Paleozoic (fig. 1.1.1. p. 4).

The Lower Cambrian red quartzite is overlain without unconformity by 170 meters of Upper Ordovician micaceous sandy shale. The only Silurian strata are formed from basaltic lava flows reaching a thickness of 700 meters in the southern part and 300 meters further north. The Lower Devonian period is represented by polychrome sandstone, and the Eifelian limestone is the basis of a long calcareous sequence. This cycle continues without any important gaps up to the Upper Carboniferous. The sediments of this epoch show a typical shallow water or continental origin.

The Permian constitutes a new sedimentary cycle, mainly carbonateous, and lies conformably on the Carboniferous sediments. There are two sedimentary lacuna occurring in the Permian layers and a third one divides the Permian limestone from the Triassic thinbedded limestone and massive dolomite.

Siltstone and sandstone with local intercalations of coal stemming from the Liassic system overlies unconformably the units ranging from Middle Triassic to Lower Permian. These units were folded by early kimmerian movements. The thickness of this sandstone unit is insignificant in the studied area but increases in depth up to 2000 meters towards the east.

Some other younger Mesozoic rocks crop out along the eastern limit of the mapped area but are not included in the study.

The stratigraphical column ends with Paleocene sandstone and Eocene limestone overlying unconformably the Liassic sandstone. Recent deposits are often thick and transgressive on different units up to Pleistocene conglomerates.

Igneous rocks are :

- Ignimbrites placed between the metamorphic basement and Paleozoic rocks.
- Basaltic sills occurring in Cambrian, Ordovician and Devonian sediments.
- Dykes cutting Paleozoic and Mesozoic strata.
- Monzodioritic outcrops of Post-Jurassic age.

The mapped area shows few economical possibilities. However, certain rocks could be used in the construction trade (limestone, gypsum, loess).

The sedimentary cover is characterized by Jurassic-like folds with faults reaching, at time 4000 meters. The direction of these accidents is NE/SW, parallel to the Elburz range. The folds stop at the Precambrian High (Gorgan High) of the northern part of the range. This dome of metamorphic schist played an important part during the Lower Paleozoic era for it was to later form an emerging continental mass during, the Infracambrian and Cambrian times.

The new data resulting from this study are :

- The Gorgan Schists are confirmed to the Precambrian.
- The discovery of Infracambrian ignimbrites.
- The palynological study of the micaceous sandy shales (Mila F. Member 5, equivalent of Shirgesht F.) showed an Upper Ordovician age.
- The Middle Devonian flora near Shahrud.
- Middle and Upper Carboniferous rocks are described for the first time in the Elburz range.
- The stratigraphy of the Paleozoic has been established in detail by means of fossils, chiefly brachiopods and foraminifera.

4 lithological units are introduced :

- Abr Formation (Paleocene ?).
- Gheselghaleh Formation (Middle and Upper Carboniferous).
- Soltan-Maidan Formation (Silurian).
- Mohamadabad Strata (Infracambrian).

Some lithological units of the central and eastern Elburz range have been modified.

P R E M I E R E P A R T I E

- AVANT-PROPOS

- INTRODUCTION

AVANT-PROPOS

En 1972, le Professeur P. BRÖNNIMANN, Directeur du Département de Géologie et Paléontologie de l'Université de Genève m'a proposé d'entreprendre ce travail en Iran.

Qu'il trouve ici mes remerciements pour cette chance qu'il m'a offerte.

J'ai trouvé auprès des Professeurs de la Section des Sciences de la Terre aide et conseils, je les en remercie.

La Direction du Service Géologique d'Iran et de la National Iran Oil Company ont soutenu cette entreprise et mis à ma disposition, personnel et véhicules, durant les étés 1972, 1973 et 1974.

Monsieur H. BOZORGNIA de la NIOC m'a fait bénéficier au cours d'une introduction du terrain de sa grande connaissance de la stratigraphie régionale.

Messieurs M. CONRAD et R. KRUMMENACHER, Chefs de travaux au Département de Géologie et Paléontologie de l'Université de Genève sont venus sur ma zone d'étude. Leurs suggestions et remarques provoquèrent de fertiles discussions.

Madame L. ZANINETTI, Professeur Assistant, a accepté le travail ingrat de relire le manuscrit de cette thèse, je la remercie vivement pour ses corrections et ses conseils avisés.

Ce travail a nécessité le concours de spécialistes.
Qu'ils trouvent ici mes remerciements.

Mlle F. BIGET Bryozoaires dévoniens
M. F. BOZORGNIA Microfaune paléozoïque
Mlle D. BRICE Brachiopodes dévoniens

M. J.J. CHATEAUNEUF Chitinozoaires et acritarches
 M. R. COQUEL Spores carbonifères
 Mme P. CORSIN Flore jurassique et dévonienne
 M. M. DELALOYE Ages absolus et analyses chimiques
 M. P. GUIBERT Pétrographie des roches éruptives
 M. R. HERB Nummulites
 M. F. LETHIERS Ostracodes dévoniens
 M. S. LOBOZIAK Spores carbonifères
 M. M. LYS Foraminifères carbonifères et permien
 M. W. NASSISHUK Ammonites paléozoïques
 M. J. PILLET Trilobites
 M. A. SEILACHER Pistes organiques
 M. D. STEEN Roches métamorphiques
 Mme L. ZANINETTI Microfaune triasique

M. P. ZBINDEN et M. J. BUVELOT ont respectivement dessiné
 les figures de ce texte et préparé les lames minces.
 Les panoramas sont dus à la plume de M. A. CAMINADA.
 Mme M.Th. BERGER a dactylographié avec soin ce texte.

Trop de personnes m'ont aidé à titres divers pour pouvoir toutes
 les citer. Je n'oublie cependant pas leur appui.

Je mentionnerai toutefois le Docteur H. HUBER, qui m'a offert
 si souvent l'hospitalité à Téhéran et, avec qui, j'ai eu tant
 de discussions enrichissantes.

Enfin un remerciement tout particulier à mon camarade d'études
 G. STAMPFLI, avec lequel j'ai eu de longs et fructueux échanges
 de vue sur la géologie de l'Elbourz oriental.

I. I INTRODUCTION

I. 1 Remarques géographiques

La région située entre Aliabad et Shahrud forme l'objet de cette étude. Elle représente une superficie d'environ 1400 km^2 , s'étendant de $54^{\circ} 45'$ à $55^{\circ} 5'$ de longitude E et de $36^{\circ} 40'$ à $37^{\circ} 00'$ de latitude N.

On y accède le plus communément par le nord, au moyen de la route Téhéran - Gorgan - Aliabad (490 km). On peut également emprunter la route partiellement asphaltée Téhéran - Semnan - Damghan - Shahrud (520 km), puis le col de Khoshyeilagh (2240 m) qui permet la traversée de l'Elbourz entre Shahrud et Shahpasand.

La région cartographiée recouvre la chaîne entière de l'Elbourz, sur une longueur E/W de 40 km et une largeur de 30 km, ce qui représente une valeur minimale. La largeur maximale de l'Elbourz 120 km, s'observe au niveau d'Amol à l'Ouest de ma région d'étude.

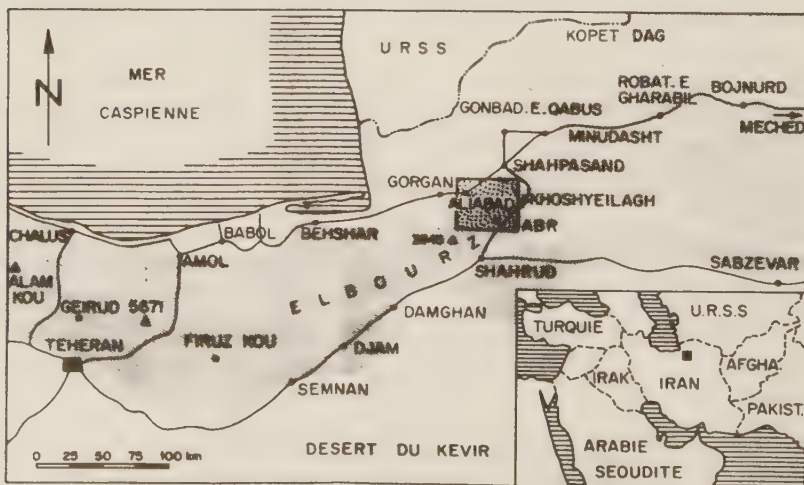


Fig. I.1.2 Situation géographique.

Le secteur SW est le plus élevé. Il culmine à 3945 mètres, avec le Kou-e-Chavar (I.1.2), sommet tout proche de la zone étudiée. La partie la moins élevée entre le versant N et S se situe à plus de 2000 m, au N d'Abr. Une piste carrossable parcourt le flanc S à cet endroit et a été prolongée jusqu'à Aliabad en 1976, lors de la pose d'un oléoduc traversant l'Elbourz à cet endroit.

Une abondante végétation recouvre le versant septentrional de la chaîne. Dans cette partie, les affleurements sont rares et difficiles à repérer dans des forêts de feuillu denses (planche 1, photo 1). Vers le S, la végétation se raréfie pour disparaître pratiquement au passage de la dernière crête (planche 1, photos 2 et 3). C'est sur le versant S, zone privilégiée pour le travail du géologue, qu'ont été découvertes les plus belles coupes stratigraphiques.

La région cartographiée est parsemée de petits villages vivant de maigres cultures et surtout de l'élevage des moutons. La forêt peu pénétrable est peuplée de sangliers, d'ours, de loups et de rare panthères. Dans le S, il est possible d'apercevoir des gazelles.

La plupart des villages sont accessibles au moyen d'un véhicule tout-terrain. Le cheval reste bien souvent le meilleur moyen de locomotion bien que toute la partie haute de la chaîne doit être parcourue à pied.

La plaine s'étendant au N de la chaîne est une région très peuplée. La ville d'Aliabad en est le centre le plus important, mais une dizaine de gros villages s'étirent le long de la route qui conduit par l'Afghanistan, vers le Pakistan et les Indes. La culture du coton et du riz constituent les principales ressources de cette région.

Au S, la plaine de Shahrud, en raison de son aridité, se prête peu à la culture. Une irrigation partielle est rendue possible par le réseau de ghanats (canaux souterrains) drainant le pied des montagnes.

I. 2 M é t é o r o l o g i e

Une situation météorologique très particulière explique la répartition de la végétation. D'importantes masses d'air humides s'accumulent sur la mer Caspienne et sont attirées par les zones dépressionnaires situées sur les déserts du centre de l'Iran. Les nuages se déchargent de leur humidité, sous forme de pluie ou de neige, sur les chaînons septentrionaux de l'Elbourz. Une mer de brouillard est fréquente, en automne, sur la plaine bordant la mer Caspienne. Les nuages atteignent rarement les plaines du sud.

Ainsi les précipitations sont en moyenne, quatre fois plus importantes sur Shahpasand que sur Shahrud (Fig. I. 2, 1 et 2 p.15).

La meilleure période pour le travail de terrain s'étend de juin à septembre, les deux mois limites étant les plus agréables, car relativement plus frais que les mois d'été. Certaines années, dès octobre les pluies commencent à bloquer les voies d'accès

Le maximum des précipitations tombe entre janvier et avril, souvent sous forme de neige sur les crêtes.

MOIS	pression moy ou sol (mbs)	TEMPÉRATURE DE L' AIR °C								PRECIPITATIONS (MM)						HUMIDITÉ RELATIVE %		
		moy jour	Moyenne		Absolue			Nb jours min 0	TOTAL	Max. 24 H	Nb. de jours avec							
			Max	Min	Date	Max	Date				Min	≥ 1 mm	≥ 10 mm	pluie	neige			
JANVIER		X	7.9	X		11.1		X	X	155	34	13	5			93	65	83
FÉVRIER			4.5	8.3	0.7	14.0		-6.0	8	71	20	11	2			84	82	72
MARS			8.4	12.8	4.0	18.3		-4.0	3	122	21	18	4			86	77	82
AVRIL			13.3	18.9	7.7	26.3		3.0	0	131	24	18	10			83	61	84
MAI			17.3	26.6	13.0	38.0		7.0	0	39	18	10	2			78	55	60
JUIN			25.1	33.1	17.1	42.3		13.0	0	18	8	4	-			77	44	50
JUILLET			24.1	29.6	18.5	42.3		16.0	0	49	14	10	2			83	61	64
AOUT			25.4	31.9	18.5	37.3		17.0	0	15	8	3	-			81	51	58
SEPTEMBRE			23.1	29.9	16.4	35.3		16.0	0	18	7	7	-			58	57	60
OCTOBRE			18.1	24.2	12.0	28.3		7.0	0	29	15	4	1			86	61	72
NOVEMBRE			11.1	17.2	5.0	27.3		1.0	0	123	25	10	6			85	62	83
DECEMBRE		X	18.0	X		25.0		X	X	78	20	9	4			X	81	83
ANNEE						42.0		X	X	848	31	117	36			81	63	71

Fig.1.2.1 Station météorologique de Shahpasand 1969

Lat. 37° 05'N, Long. 55° 10'E, Alt. 129m

MOIS	pression moy ou sol (mbs)	TEMPÉRATURE DE L' AIR °C								PRECIPITATIONS (MM)						HUMIDITÉ RELATIVE %		
		moy jour	Moyenne			Absolue			Nb jours min 0	TOTAL	Max. 24 H	Nb de jours avec						
			Max	Min	Date	Max	Date	Min				≥ 1 mm	≥ 10 mm	pluie	neige	03 GMT	09 GMT	15 GMT
JANVIER	863	-1.6	2.8	-6.0	16	8.4	8	-15.9	28	59.1	25.0	6	2	4	6	83	63	73
FEVRIER	864	-0.4	4.2	-5.0	28	11.0	16	-11.6	27	19.6	8.0	3	0	3	6	83	62	69
MARS	860	10.2	16.1	4.3	31	24.8	25	-4.4	5	14.9	3.2	6	0	13	2	75	47	54
AVRIL	861	13.2	19.9	6.6	3	26.2	15	-2.0	3	55.0	23.8	4	2	12	0	64	38	46
MAI	862	15.6	26.0	11.3	15	31.4	9	6.4	0	16.3	7.0	5	0	10	0	63	35	43
JUIN	860	23.7	31.8	15.9	29	38.2	2	7.4	0	-	-	0	0	1	0	49	23	30
JUILLET	859	24.2	31.6	16.9	15	37.6	8	10.8	0	-	-	0	0	1	0	57	30	30
AOUT	862	24.5	31.7	17.3	4	37.0	1	13.8	0	-	-	0	0	1	0	46	25	37
SEPTEMBRE	864	18.9	28.2	11.6	8	26.1	13	1.8	0	8.6	8.2	1	0	3	0	62	30	43
OCTOBRE	865	15.7	23.5	8.2	7	31.4	15	2.4	0	9.6	5.2	3	0	9	0	75	35	34
NOVEMBRE	866	5.5	12.6	-1.6	1	19.6	19	-9.6	20	11.8	9.6	2	0	5	0	79	40	59
DÉCEMBRE	864	4.7	10.3	-0.8	2	13.8	10	-4.4	22	14.9	4.8	4	0	6	4	83	53	68
ANNEE	862	12.9				31.2		-13.8	105	2098	25.0	34	4	68	18	68	40	51

Fig.1.2.2 Station météorologique de Shahrud 1969

Lat. 36° 25'N, Long. 55° 02'E, Alt. 1370m

I. 3 N o t i c e h i s t o r i q u e

TIETZE, en 1875, visite la région de Shahrud où il découvre des calcaires à fusulines. En 1911, STAHL signale des calcaires dévonien riches en fossiles entre Damghan et Shahrud et publie une carte géologique de l'Iran à l'échelle 1:6.000.000. Les terrains cristallins des environs de Gorgan y figurent, ainsi que les grandes surfaces basaltiques de la région de Shahrud.

Plus tard ce sont les géologues de la National Iranian Oil Company qui étudient les flancs N de l'Elbourz entre Gorgan et Shahpasand. Ces reconnaissances font l'objet de divers rapports non publiés. GANSSER (1951) dresse en outre une carte géologique schématisée de Behshar à Gonbad-e-Kabus, (NIOC Geological Report 18).

En 1955, JAAFARI et DIBADJ étudient la magnifique coupe de la route de Shahpasand à Shahrud (NIOC Geological Report 152) en même temps, HUBER établit la carte géologique du flanc N de l'Elbourz au 1:100.000 entre Shahpasand et Nika (25 km à l'E de Behshar). Cet important travail a grandement facilité le levé de la partie N du terrain.

STÖCKLIN décrit en 1960 une traversée géologique de l'Elbourz à 75 km à l'W d'Aliabad.

Enfin H. BOZORGNIA cartographie en 1970 la partie méridionale de l'Elbourz entre Damghan et Shahrud.

D'autres études sont à mentionner, notamment celles de la série paléozoïque inférieur de la région de Damghan, conduites par STOCKLIN et al (1964), HUBER (1972 NIOC Geological Report 344).

I. 4 Matériel cartographique

Les observations géologiques ont été reportées sur une base topographique dessinée par l'auteur à partir des photographies aériennes. Le procédé des masques à fentes radiales a servi à redresser et mettre les photographies mentionnées à l'échelle moyenne du 1:60.000.

Les cartes géologiques non publiées de H. HUBER (1956) et H. BOZORGNIA (1970) furent très utiles pour le levé des régions bordières, La carte topographique de l'armée iranienne feuille Gorgan (1:250.000 NJ40-13) a fourni les points cotés et une partie de la toponymie.

Les noms de lieux indiqués sur la carte sont à prononcer avec une phonétique française. Il n'est souvent pas possible de traduire ainsi l'exacte prononciation locale. Il reste à savoir que Kou signifie montagne, Roud = rivière et Kavir = désert.

I. 5 P h o t o g é o l o g i e e t c a r t o g r a p h i e g é o l o g i q u e

De l'élaboration de la carte topographique résultent d'intéressantes observations photogéologiques. Les principales failles sont souvent décelables malgré la couverture végétale, ceci en raison de leur activité parfois quaternaire (cf. p.216).

L'observation attentive des photographies sous le stéréoscope a permis de prolonger des structures découvertes dans les vallées principales à l'intérieur de zones presque inaccessibles. Dans la partie méridionale, en raison de l'absence de végétation, la cartographie géologique est rapide et plus précise. Les photographies prises par le satellite ERTS (Landsat Standart Products ERTS-1 82128062025A000) aident aux interprétations tectoniques à grande échelle. Leur précision est telle que l'on y distingue : routes, villes, certaines unités lithologiques et les accidents tectoniques majeurs.

I. 5.2 L'échelle définitive de la carte géologique (1:100.000) est trop grande pour y figurer tous les détails de certaines régions particulièrement complexes (Gheselghaleh, Abr). La superficie à cartographier (1400 km²) était d'autre part trop vaste pour consacrer un temps suffisant pour résoudre tous les problèmes de ces zones complexes tels les environs d'Abr, intensément faillé, affleurant médiocrement et affecté d'intrusion monzodioritique.

Fig.I.5.1. Tableau d'assemblage
des photographies aériennes
de la région d'Aliabad



I. 6 I n f o r m a t i q u e

Devant l'abondance du matériel collecté, j'ai décidé d'utiliser la méthode de description des microfaciès élaborée à Genève par CHAROLLAIS et DAVAUD (1976). Toutes les lames-minces de roches sédimentaires observées ont été décrites sur une fiche standard, puis les données ont été placées sur bande. Par cette méthode on peut obtenir une description des microfaciès, des courbes de fréquences de divers paramètres, calculer des facteurs de corrélations et ainsi sélectionner les échantillons les plus représentatifs de chaque formation.

Des phénomènes diagénétiques complexes ne sont pas codifiables par cette méthode. Une sélection d'échantillons de roches sédimentaires a donc fait l'objet d'une étude pétrographique détaillée.

La bibliographie a été également enregistrée sur cartes perforées. Un simple programme INFOL permet sa mise à jour, ou l'extraction des titres concernant un sujet choisi parmi les mots-clef. Une rubrique mentionne la provenance de chaque article ou sa cote parmi les tirés-à-part personnels.

I. 7 Situation de l'Iran dans le contexte de la tectonique des plaques

Afin de mieux comprendre et ainsi correctement reconstituer la paléogéographie de l'Elbourz, il convient de tenir compte d'une façon critique, des données proposées par les géophysiciens.

Un des faits les plus marquants et généralement accepté est la présence d'un océan : la Téthys séparant dès le Paléozoïque le continent eurasiatique ou Angara du Gondwana. La Tethys se ferme lentement pour disparaître totalement au Crétacé supérieur.

La présence d'ophiolites et de nappes dans la chaîne du Zagros ainsi que de très grandes différences de faciès au N et au S de la chaîne sont des preuves incontestées de l'existence à cet endroit d'une collision de plaques. Les auteurs sont généralement d'accord pour y voir la rencontre de l'Eurasie avec la plaque africaine après la rotation de cette dernière vers l'E. Ce mouvement a entraîné la fermeture de la Tethys à la fin du Mésozoïque.

On retrouve au N de l'Elbourz des preuves, moins évidentes certes, de la présence d'un important accident tectonique. Ce sont :

- Les ophiolites dans la région de Rasht (Iran du N) et à Binalud près de Meched.
- Les faciès triasiques d'Aghdarband (E de Meched) très différents de ceux de l'Elbourz

STÖCKLIN (1975) a proposé une reconstitution hypothétique pour interpréter ces faits. Durant le Paléozoïque la microplaque irano-afghane devait être rattachée au Gondwana. La dérive de celle-ci vers le N ferme la branche N de la Téthys (Paléotethys) au Trias et l'accôle à l'Angara.

Cet important accident tectonique passe entre le Grand et le Petit Caucase, traverse la Caspienne, longe le N de la chaîne du Kopet Dag, se dirige vers Meched et se prolonge en Afghanistan par ligne Herat - Hindu Kouch (LAPPARENT 1972).

L'absence totale de nappe, de chevauchement et même de discordance angulaire importante entre les couches triasiques et jurassiques sur la région cartographiée qui n'est située qu'à 250 km de la ligne de suture supposée suggère une rencontre tangentielle des plaques.

Les reconstitutions basées sur les études paléomagnétiques de KRUMSIEK (1976) le montrent mais la chronologie proposée n'est pas acceptable car la rencontre entre la plaque Irano-Afghane et l'Angara ne se produirait qu'au Crétacé alors que les sédiments liasiques continentaux de l'Elbourz contiennent déjà une flore à tendance eurasiatique (Fig. I.7.1).

Les reconstitutions sont compliquées par les mouvements de "microplaques" telle le "microcontinent de l'Iran oriental et central" (TAKIN 1972). Cet ensemble paraît avoir une histoire géologique commune avec l'Iran du N au cours du Paléozoïque. Le morcellement de l'Eurasie à la fin du Mésozoïque aurait formé un microcontinent entouré de bassins océaniques de type Mer Rouge dont les témoins sont la ceinture ophiolitique et les "mélanges colorés" de la région de Naïn et Zahedan (Fig. I.7.2 p.23).

Un autre domaine revêt une grande importance : le bloc "Transcaucasien - South Caspian" (STÖCKLIN 1975) qui était rattaché au N de l'Elbourz et qui a joué le rôle de continent émergé durant le Précambrien et le Cambrien. Son influence n'a cessé durant tout le Paléozoïque jusqu'à la période alpine.

En conclusion, l'Elbourz est rattaché au Gondwana avec l'Iran central et oriental ainsi que la région du Zagros durant le Paléozoïque. Dès le Trias l'Elbourz, l'Iran central et oriental sont accolés à l'Angara. L'Afghanistan central qui présente une stratigraphie très comparable à celle de l'Iran du N, doit avoir été rattaché dès le Précambrien à l'Elbourz et l'Iran central.

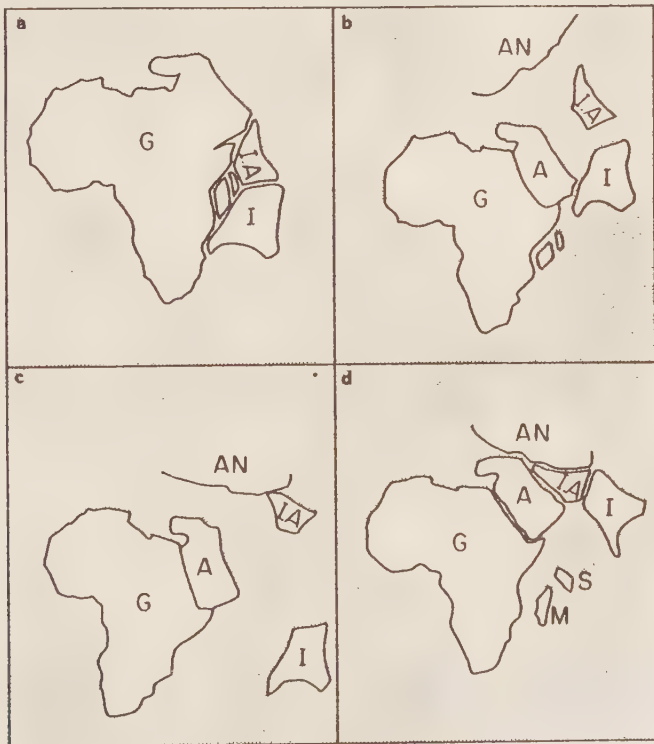


Fig. I.7.1 Situation de la plaque irano-afghane entre le Paléozoïque et le Tertiaire (Krumsiek, 1976)

G= Gondwana I.A= Iran-Afghanistan I= Inde
 AN= Angara A= Arabie S= Seychelles
 M= Madagascar

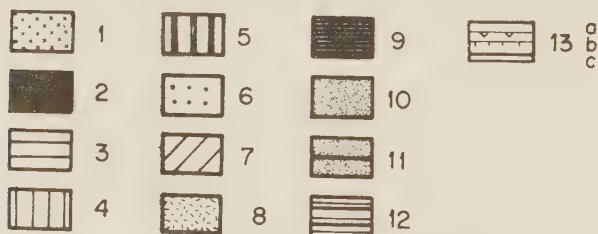
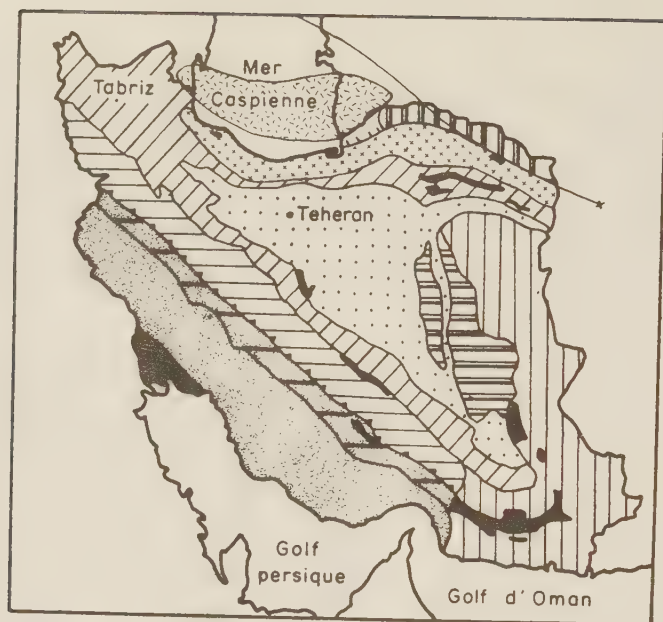


Fig.I.7.2. Esquisse tectonique de l'Iran (d'après Stöcklin)

- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| 1 Chaîne de l'Elbourz | 8 Bloc "sud Caspienne" |
| 2 Ophiolites et Mélanges colorés | 9 Plateforme arabique |
| 3 Chaîne Sanandadj-Sirjan | 10 Zagros plissé |
| 4 Iran oriental, Makran | 11 Zagros charrié |
| 5 Kopet-Dag | 12 Bloc du Lut |
| 6 Iran central | 13 a = chevauchement |
| 7 Zone volcanique tertiaire | b = dépression |
| | c = faille principale |

LEGENDE DE LA PLANCHE 1

- Photo 1 Village des montagnes de l'Elbourz
- Photo 2 Mode d'affleurement dans la partie méridionale de la chaîne, Coupe d'Alestone (Carbonifère)
- Photo 3 Vue caractéristique du Sud de la chaîne de l'Elbourz près d'Abr. On distingue un canal amenant l'eau bordé de peupliers et les baraquements de la mine de charbon. Les deux montagnes noires sont formées par les Basaltes de Soltan Maïdan.



1



2



3

D E U X I E M E P A R T I E

- STRATIGRAPHIE

II. 1 R e m a r q u e s

L'emploi des formations lithostratigraphiques a été adopté. La plupart des noms de formations lithostratigraphiques figurent dans le Lexique stratigraphique d'Iran 1ère partie (STÖCKLIN, 1971). L'orthographe utilisée dans ce travail est celle du Lexique.

D'une façon générale j'ai essayé de conserver les formations lithologiques de l'Elbourz central malgré certaines différences lithologiques. Lorsque la géologie de l'Elbourz oriental sera mieux connue, il conviendra de définir plusieurs nouvelles unités lithologiques plus représentatives des faciès de cette région.

J'ai signalé dans le texte les cas où une formation lithologique a été modifiée par amputation d'un membre par exemple.

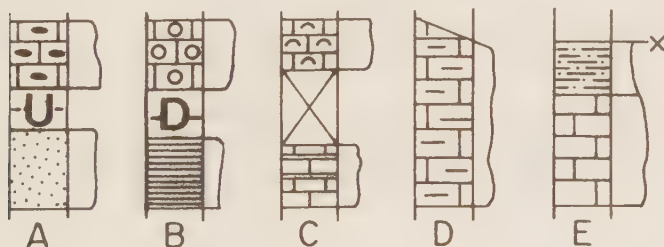
Les unités lithostratigraphiques nouvelles ont été décrites selon les règles de l'American Commission of Stratigraphic Nomenclature (1970).

II. 2 Symboles utilisés

Des symboles graphiques ont été utilisés uniformément dans ce travail pour représenter dans les coupes stratigraphiques et sur les cartes, les fossiles les plus courants ainsi que les couleurs principales et la lithologie.

Les abréviations concernant les formations lithologiques figurent ci-dessous :

Schistes de Gorgan	pC	F. d'Elika	T _{RE}
C. de Mohamadabad	e _M	F. de Shemshak	J _S
F. de Lalun	e _L	F. de Lar	J _L
F. de Shirgesht	Os	F. de Poqaleh	K _P
Basaltes de Soltan-Maïdan	S _{SM}	F. de Jami Shuran	K _J
F. de Padeha	D _P	F. du Ghali-Moran	K _G
G. de Khoshyeilagh	D _G	F. de Fajan	E _F
F. de Mobarak	C _M	F. de Ziarat	E _Z
F. de Gheselghaleh	C _G	Upper Red Beds	M _R
F. de Dorud	P _D	F. des Hezar Darreh	P _H
F. de Ruteh	P _R	Loess	Q _L
F. de Nesen	P _N	Alluvions	Q



- A = Discordance angulaire
 B = Lacune stratigraphique
 C = Zone couverte
 D = Sommet érodé
 E = Faille

Fig. II.2.1

ABREVIATIONS LITHOLOGIQUES

arg	Argileux	Lmst	Calcaire
bio	Biodétritique	mic	Micritique
bit	Bitumineux	mica	Micacé
C	Charbon	Mrl	Marnes
Calc.	calcaire (adj.)	mrly	Marneux
Cgl	Conglomérat	Qz	Quartzite
Cht	Chert	Sdy	Gréseux
Dol	Dolomie	Sh	Shale
dol	Dolomitique	sid	Sidérolitique
Foss	Fossilifère	Slst	Siltstone
For	Foraminifères	spar	Sparitique
Gy	Gypse	Sst	Grès
H2S	Fétide	Xbd	Stratification entrecroisée
Int	R.intrusive		

ABREVIATIONS DES COULEURS

BK	Noir	PI	Rose
BL	Bleu	PU	Pourpre
BR	Brun	RD	Rouge
Clr	Clair	VI	Violet
Fcé	Foncé	WI	Blanc
GN	Vert	YL	Jaune
GR	Gris		

Conglomérat		Siltstone		Algues	
Calcaire		Calcaire gréseux		Brachiopodes	
Dolomie		Calcaire marneux		Bryozoaires	
Shale		Gypsifère		Coraux	
Grès		Calcaire noduleux		Crinoïdes	
Basaltes		Marnes		Gastéropodes	
Quartzite		Schistes verts		Trilobites	
Charbon		Chert, silex		Tentaculites	
"Sidérolitique"		Oolites		Plantes	
R. intrusive		Onchoïde		Fusulines	
Calcaire crayeux		Calcaire récifal		Pistes	
Eruptif acide		Edge wise cgl Pisolithe de fer		Débris de coquilles	
				Foraminifères	
				Ostracodes	
				Piquants	

Fig. II. 2. 3

Fig. II. 2. 2

II. 3 Les Schistes de Gorgan (PRECAMBRIEN)

II.3.1 Généralités

Le Précambrien en Iran central & septentrional

Dans l'Elbourz, sous les formations fossilifères cambriennes de Mila et Lalun (cf chap. II.5) apparaissent 4 formations considérées comme infracambriennes au sens du PRUVOST (1951). Celui-ci place dans l'Infracambrien les roches sédimentaires situées en concordance sous des sédiments du Cambrien inférieur et discordantes sur un substratum métamorphique. Ce terme est approximativement équivalent de Protérozoïque supérieur (NALIVKIN, 1973), Sinien (GRABAU, 1924), Riphéen (SHATSKII, 1952), Beltien, Briovérien, etc... (Tab. II.3.2 p. 38).

Des traces fossiles, les plus anciennes connues en Iran septentrional, sont fréquentes dans les shales de la Formation de Soltanieh (Chapoghlu Shale Member). Ce sont : Fermoria sp., Chuarina et Beltanella gilesi SPRIGGS. Dans les dolomies on trouve : Collenia spissa Fenton et Fenton, Biconulites sp., Salterella sp.. Ces fossiles indiquent un âge infracambrien de moins d'un milliard d'années selon FORD et BREED (1972).

Les terrains situés sous les formations ci-dessus sont à considérer comme Protérozoïque inférieur. On trouve en premier lieu dans la région de Zenjan (Iran du N W) des shales verts à intercalations quartzitiques, dolomitiques et pyroclastiques. Une lithologie similaire est signalée par HÜCKRIEDE & al (1962) près de Kerman en Iran oriental sous le nom de Série de Morad et par STÖCKLIN (1971) comme Formation de Kalmorz également. Ces formations sont parallélisées avec les Formations de Kahar de l'Elbourz central (DEDUAL, 1967) et de Taknar, Iran N E (RAZZAGHAMNESH, 1968).

Ces unités sont constituées de roches métamorphiques d'origine sédimentaire et éruptives toujours affectées par une orogénèse précambrienne supérieure, appelée "assyntique" par STÖCKLIN (1975). Ce terme est impropre car cette orogénèse se situe à la base du Cambrien. Les terrains métamorphiques précambriens de l'Elhourz contiennent des niveaux d'origine sédimentaire et sont de ce fait post-Archéen. Le plissement ainsi que le métamorphisme sont vraisemblablement à rattacher au cycle karélien qui sépare le Protérozoïque inférieur (1200 - 1900 M.A.) du Protérozoïque supérieur (570 - 1200 M.A.).

D e g r é d e m é t a m o r p h i s m e

Le degré de métamorphisme d'une unité est en relation directe avec sa position stratigraphique.

Le faciès "Schistes verts" est le plus répandu : il affecte la Formation de Tashk, d'Anarak et Golpaygan-Muteh en Iran central, les phyllades de Zenjan et les Schistes de Gorgan.

Dans le faciès à amphibolite on trouve le complexe de Boneh-Shurou de l'Iran central.

La Formation de Chapedony qui affleure au N de Saghand (Iran central) montre des roches d'origine sédimentaire et volcanique fortement métamorphisée (faciès amphibolite) et partiellement granitisées.

Cette formation représenterait les terrains les plus anciens de cette région, peut-être l'Archéen.

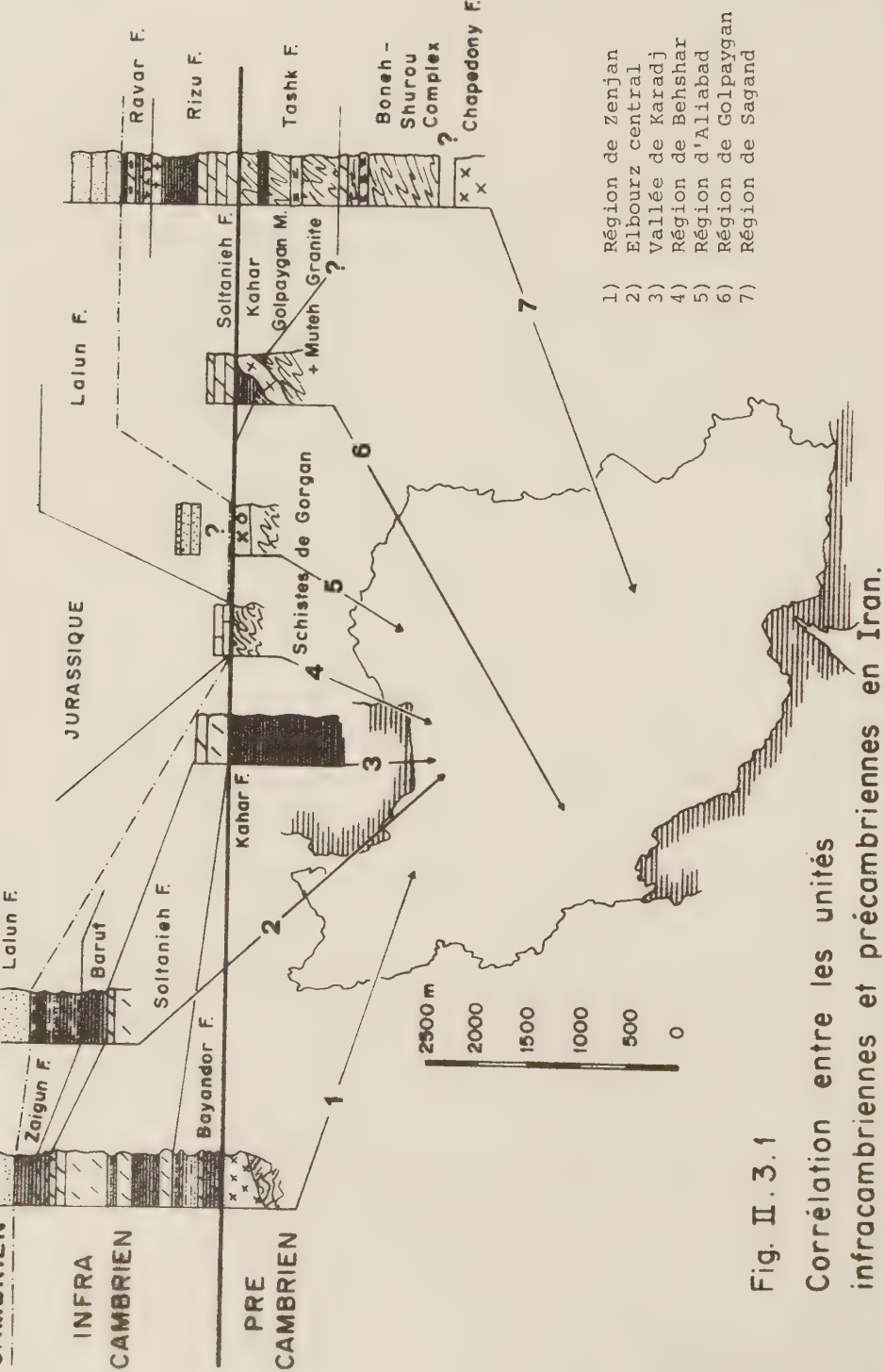


Fig. II. 3.1

Corrélation entre les unités
infracambriennes et précambriennes en Iran.

R o c h e s i n t r u s i v e s e t é r u p t i v e s

Des granites sont par endroit intrusifs dans les roches métamorphiques. Ce sont les granites de Narigan et Zarigan dans la région de Kerman (Iran de l'E), de Muteh en Iran central, de Bornavard (Iran du N E), et de Doran près de Zenjan.

Ces granites sont considérés comme associés à une phase magmatique post-tectonique suivant l'orogénèse karélienne. Les formations protérozoïques supérieures mentionnées les recouvrent transgressivement.

Des coulées de rhyolite et de quartzporphyre interstratifiées dans les sédiments non métamorphiques les plus anciens sont interprétées comme les équivalents éruptifs de ces granites (Formation de Gharadash d'Azerbaïdjan, Rizu Series de la région de Kerman).

II.3.2 E l b o u r z d e l' E s t

La présence de schistes métamorphiques dans les environs de Gorgan a été reconnue dès 1877 par TIETZE. STAHL (1911) les fait figurer sur la carte géologique de Perse à l'échelle du 1:6.000.000 comme "Schiefergesteine der Gegend von Astera-bad" (ancien nom de Gorgan).

Le nom de Schistes de Gorgan a été introduit par GANSSEER en 1951 (Geological Report NIOC No 10) pour grouper plus de 2000 mètres de phyllades, de schistes séricito-chloriteux et dans la partie supérieure de quartzites. Les médiocres conditions d'affleurement dans la région de Gorgan ne permettent pas de déterminer l'épaisseur réelle de ces schistes.

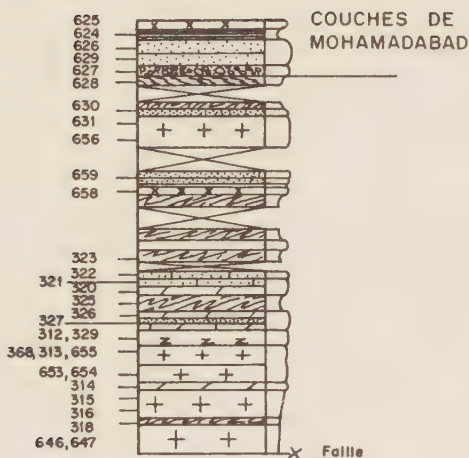
Ces schistes cristallins affleurent sur 120 km de la région

d'Aliabad jusqu'à 10 km à l'E de Behshar. Ainsi, les Schistes de Gorgan forment l'ossature de la partie N de la chaîne de l'Elbourz et des "foot-hills" dans la région d'Aliabad. Leur étude est rendue difficile en raison de leur recouvrement par du loess quaternaire et de la densité des forêts. Si plusieurs affleurements isolés ont été cartographiés, seule la basse vallée de Fazelabad en amont de Mohamadabad offre une coupe assez bien développée. Une route construite en 1972 a mis à jour de nouveaux affleurements au sud de Mohamadabad.

REGION		ELBOURZ CENTRAL	ELBOURZ ORIENT.	IRAN CENTRAL STÖCKLIN, 1971	IRAN ORIENTAL STÖCKLIN, 1971	ARABIE KARPOFF, 1960
CAMBRIEN INFERIEUR		F. DE LALUN GRÈS	F. DE LALUN GRÈS	F. DE LALUN GRÈS	F. DE LALUN GRÈS	GRÈS DE SAQ.
P R E C A M B R I E N	PROTEROZOÏQUE SUPERIEUR	F. DE ZAIGUN 400 M, GRÈS	PAS EXPOSÉ DANS LE N. DE LA CHAÎNE	F. DE ZAIGUN	SÉRIE DE DESU GYPSE DIAPIR. A ELEMENTS DOLO. CALC. VOLC.	
		F. DE BARUT 714 M, DOLOMIE CALCAIRE		F. DE BARUT		
		F. DE SOLTANIEH 1160 M, DOLOMIE		F. DE SOLTANIEH		
		F. DE BAYANDOR 498 M, GRÈS DOLOMIE		SÉRIE DE RIZU 800 M, DOLO. GRÈS, VOLC. 595-760 (120) MA		
	PROTEROZOÏQUE INFERIEUR	F. DE GHARADASH 1140 M, ERUP. ACIDE	C. MOHAMADABAD 400 M, IGMMBRITES	GRANITES DE MUTEH, BORNAVARD	F. DE KAHAR,	SÉRIE DE WADI FATIMA, CONGL. CALC, IGMMBRITE
		F. DE KAHAR 1600 M, Shales		TASHK, MORAD, TAKNAR : SCHISTES SHALES, RHYOLITES		
		F. DE BARIR SCHISTES	SCHISTES DE GORGAN 2000 M PHYLLADES	SHORM BEDS, GOLPAYGAN, ANARAK SCHISTS, BONEH SHUROU COMPLEX ROCHES METAMORPHIQUES		SÉRIE DE MEDINA R. ERUPTIVES FILONS
		METAMORPHIQUES				???

Ligne ondulée = discordance angulaire, parties hachurées = lacunes.

FIG. II.3.2 RELATIONS ENTRE LES UNITÉS PRÉCAMBRIENNES
D'IRAN ET D'ARABIE



Epaisseur $\sim$ 1000 mètres

COUPE STRATIGRAPHIQUE DE MOHAMADABAD

(Fig. II.3.3)

Sommet : Conglomérat de base des couches de Mohamadabad

- JJ628 Volcanique basique très altéré à séricite, chlorite, minéraux opaques, fantômes d'olivine, quartz secondaire
- JJ630 Schiste détritique lité à quartz, chlorite, muscovite, albite, sphène.
- JJ631 Métadiabase altérée à albite, chlorite, sphérolites de chlorite, muscovite, séricite, sphène, calcite, quartz secondaire.
- JJ656
- JJ659 Quartzwacke Quartz muscovite, calcite, chlorite intergranulaire, oxydes de fer.
- JJ658 Granophyre Quartz, opaques, feldspaths potassiques et quartz à structure graphique, séricite phenocristaux de feldspaths altérés.
- JJ323 Phyllade calcaire séricito-chloriteuse à séricite, chlorite, sphène, hématite, magnétite.
- JJ322 Quartzwacke à éléments de quartz anguleux, matrice calcaire, chlorite, rares feldspaths.

- JJ321 a Dolomie microsparitique veinée avec quartz autigène et calcite.
- JJ321 b Dolomie peu calcaire gréseuse avec oxydes de fer.
- JJ320 Dolomie microsparitique avec quartz autigène.
- JJ325 a Schiste séricito-chloriteux à quartz, séricite, chlorite, oxyde de fer limonitique, pyrite, sphène, leucoxène.
- JJ325 b Quartzwacke à quartz avec extinction ondulante fréquente, anguleux; matrice : séricite, calcite, quartz microcristallin, cristaux isolés de dolomie idiomorphe, zircon, chlorite.
- JJ326 Dolomie microsparitique, veinules dolomitiques, pyrite, quartz secondaire, stilolites de tension.
- JJ327 Dolomie micritique peu gréseuse litée à pyrite, veinules de dolomie et de quartz.
- JJ312 Quartzwacke peu lithique à éléments de quartz arrondis, matrice de calcite et chlorite, débris d'éruptif basique, tourmaline, oxydes de fer.
- JJ329 Orthoquartzite litée à éléments de quartz moyennement arrondis de 50 μ de diamètre moyen, rare chlorite et calcite intergranulaire, oxydes de fer rares, feldspaths.
- JJ313 Métadiabase chloritisée et calcitisée à phénocristaux d'olivine fantômes, augite, plagioclases séricitisés, hématite et quartz secondaire.
- JJ368 Métadiabase porphyrique à phénocristaux de plagioclases altérés, séricite, chlorite, opaques, quartz secondaire.
- JJ653 / JJ654 Métadiabase altérée à sphérolites de chlorite et vaucoles remplies par la calcite, fantômes d'olivine hématite, microlites de plagioclases.
- JJ314 Dolomie micritique litée très quartzreuse microdiaclasses dolomitiques, stylolites, rares opaques.
- JJ315 / JJ316 Métadiabase à structure intersertale fine à porphyroblastes de chlorite, augite, chlorite, calcite, séricite, albite, sphène, pyrite.
- JJ318 Schiste détritique séricito-chloriteux à quartz et éléments volcaniques.

- JJ646 Métadiase à structure intersertale à chlorite abondante, pyrite, calcite, quartz secondaire.
- JJ647 Métadiabase à structure intersertale divergente à calcite, chlorite, hématite, quartz.
- Base Faillée ou recouverte par des éboulis.

II.3.3 A u t r e s a f f l e u r e m e n t s

Dans les "foot-hills" et les flancs boisés et encroutés de loess j'ai découvert plusieurs nouveaux affleurements de Schistes de Gorgan. Ces pointements, souvent profondément altérés, sont toujours isolés et je n'ai jamais observé de contacts avec une autre formation.

Dans deux localités pourtant la proximité et le pendage des calcaires fétides du Groupe de Khoshyeilagh suggèrent que ceux-ci transgressent directement sur le socle précambrien. J'ai observé en outre à 1 km au SW de Cherabad trois affleurements isolés mais semblant se superposer : à la base des schistes métamorphiques bruns, plus haut des quartzites rouges briques attribuables soit à la Formation 1 du Groupe de Khoshyeilagh soit à la Formation de Padeha, et enfin des calcaires micritiques noirs (Groupe de Khoshyeilagh, Formation 2). Le Groupe de Khoshyeilagh semble recouvrir les Schistes de Gorgan, bien que les contacts ne soient pas visibles à cet endroit. Tous les autres contacts connus des Schistes de Gorgan avec une autre unité sédimentaire sont tectonique.

D a t a t i o n s a b s o l u e s

3 échantillons de Schistes de Gorgan provenant de la région d'Aliabad ont fait l'objet de datations absolues par la méthode K/Ar sur roche totale. Les résultats sont considérablement plus jeunes qu'attendu (Tab. II.3.4). Le dynamométamorphisme phanérozoïque peut expliquer ce rajeunissement. Deux schistes à séricite et chlorite de la vallée de Tucestan (16 km de SE de Gorgan) ont par contre indiqué des âges de 1278 ± 300 M.A. et 985 ± 100 M.A. par la même méthode. Les âges trouvés sont ceux du métamorphisme et prouvent ainsi l'âge précambrien des Schistes de Gorgan.

C o n c l u s i o n

Outre les déterminations d'âges absolus un faisceau d'arguments me font attribuer les Schistes de Gorgan au Précambrien supérieur, (Protérozoïque inférieur).

- Les ignimbrites (Couches de Mohamadabad, cf ch. II.4) qui les recouvrent à Mohamadabad sont dans tout le Moyen-Orient un bon niveau repaire à la base de l'Infracambrien.
- 7 km au SW de la masse des Schistes de Gorgan on trouve des roches d'âge cambrien inférieur (CH. II.5) pas affectées par le métamorphisme des Schistes de Gorgan.
- 50 km au SW, dans la vallée de Deh Mollah, H. BORZORGNIA a cartographié les Formations infracambriennes de Zaigun, Barut et Soltanieh. Ces formations, même métamorphisées ne peuvent en aucun cas se confondre avec les Schistes de Gorgan.

La série stratigraphique de l'Infracambrien au Paléozoïque inférieur est presque complète et pas métamorphique sur la superficie étudiée ou à proximité immédiate, ne laissant place aux schistes métamorphiques qu'à sa base, c'est-à-dire dans le précambrien.

Analyses chimiques des diabases interstratifiées dans les
Schistes de Gorgan

	A	B	C
Echantillon	JJ 315	JJ 318	JJ 368
SiO ₂	50,92	42,73	49,76
TiO ₂	2,94	2,13	4,00
Al ₂ O ₃	13,61	16,36	15,02
Fe ₂ O ₃	5,31	5,84	7,74
Fe O	6,78	9,47	4,28
Mn O	0,25	0,17	0,12
Mg O	5,35	10,06	4,41
Ca O	5,53	1,10	3,14
Na ₂ O	4,46	3,58	3,09
K ₂ O	0,63	0,69	4,04
P ₂ O ₅	0,36	0,24	0,80
H ₂ O+	3,45	6,76	3,67
CO ₂	0,02	0,21	0,01
Somme	99,61	99,34	100,8
Age K/Ar	232 MA	398 MA ± 2,4	175 MA

Tab. II.3.4

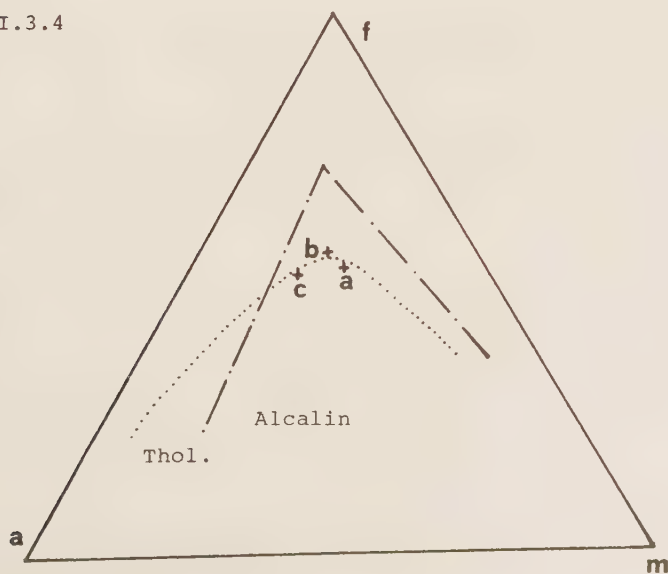


Fig. II.3.5

II.4 Couches de Mohamadabad (Infracambrien ?)

Cartographiées par GANSSEY (1951) puis HUBER (1956) comme "Old Red Sandstones" les roches rouges-violacées situées immédiatement au SE de Mohamadabad, premier village à l'entrée de la vallée de Fazelabad, ont soulevé bien des problèmes en ce qui concerne leur origine et leur rattachement à une formation lithologique existante.

Un examen pétrographique exclu rapidement l'attribution des Couches de Mohamadabad aux "Old Red Sandstones" de l'Elbourz central (actuellement : Formation de Lalun) dont la nature arénitique est caractéristique. De même on ne peut les comparer aux orthoquartzites de la Formation de Padeha affleurant soit dans la basse vallée de Djafarabad, immédiatement à l'W de la zone étudiée, soit sur les flancs du Kou-e-Haroun (cf CH II. 8 page 77).

II.4.2 Pétrographie

Une étude pétrographique détaillée a été effectuée sur un échantillon provenant des environs immédiats de Mohamadabad assez représentatif des divers prélèvements effectués.

Analyse chimique

Calcul de la norme

Méthode employée : Diffraction

SiO ₂	75.11	Quartz	35 %
Al ₂ O ₃	12.24	Orthose	27 %
TiO ₂	0.25	Albite	30 %
Fe ₂ O ₃	3.51	Hématite	6,6 %
CaO	0.14	Corindon	1,12%
MgO	0.01	Ilménite	0,45%
Na ₂ O	3.66	Apatite	0,25%
K ₂ O	4.60		
MnO	0,01		
P ₂ O ₅	0,10		
Perte au feu	.55		

Analyse micrographique

Roche à texture fine. Quartz en forme d'éclat dans une pâte d'albite et d'orthose. Grains de minéraux opaques.

Interprétation

Cette roche pourrait résulter de la dévitrification d'une ignimbrite. La forme en éclat du quartz rend cette hypothèse vraisemblable. L'épisode volcanique acide serait alors à rattacher aux manifestations plutoniques et volcaniques connues à la limite infracambrien-précambrien (Granites de Doran, Muteh, Bornavard, Fig. II.3.2 page 38).

Dans la région étudiée on ne connaît pas de manifestation plutonique acide précambrienne ou autre et l'on ne retrouve aucun autre affleurement des Couches de Mohamadabad sur la surface cartographiée. Au S de l'Elbourz oriental on ne connaît aucune intrusion granitique protérozoïque, il faut donc les rechercher dans la région de la plaine de la Caspienne actuellement enfouie sous 6000 m de sédiments mésozoïques, tertiaires et quaternaires.

En Azerbaïdjan, au Kou-e-Gharadash (20 km à l'E de Shahindezh) ALAVI et AMIDI (in STÖCKLIN 1971) décrivent une série de 1140 m de quartz-porphyres et de tufs rhyolitiques alternant avec des shales. Ces couches reposent sur la Formation de Kahar (Précambrien) et sont considérées comme l'équivalent extrusif des granites "type Doran" (cf Tab. II.3.2 p.38)

Un épisode éruptif acide d'ignimbrites est signalé près de la Mecque en Arabie dans la série du Wadi Fatima (KARPOFF 1960). Cette série est transgressive sur les roches éruptives précambriennes et comprend des conglomérats à la base, une série schisto-calcaire à stromatolites (Collenia) et au sommet des laves ignimbritiques.

La contemporanéité éventuelle des ignimbrites de Mohamadabad avec celles signalées ci-dessus apportent des arguments en faveur de l'attribution des Schistes de Gorgan au Précambrien.

DESCRIPTION PETROGRAPHIQUE DE LA COUPE DE MOHAMADABAD

Fig. II.4.1

Sommet : Erodé

JJ661 / 123 Roche à texture fine. Quartz en forme d'éclat dans une pâte d'albite et d'orthose. Grains de minéraux opagues.

JJ625 a Granophyre quartzeux à sanidine, séricite, chlorite stilpnomélane.

JJ624 Schistes détritiques quartzeux à hématite, séricite, chlorite, tourmaline.

JJ626/629 Quartzarénite à matrice chloriteuse. Eléments de tourmaline, feldspath, quartz de 150μ de diamètre, moyennement anguleux. Extinction ondulante fréquente.

JJ627 Sublitharénite. Eléments de quartz de 150μ de diamètre moyen. Tourmaline, débris d'éruptif basique, quartz à structure graphique. Niveaux conglomératiques.

Base : Volcanique basique très altéré : Schistes de Gorgan.

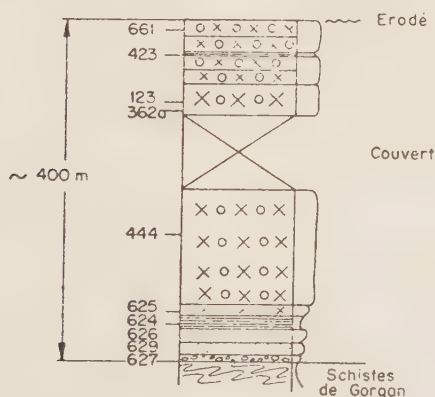


Fig. II.4.1 Les Couches de Mohamadabad
Coupe stratigraphique synthétique

PLANCHE 2

SCHISTES DE GORGAN

Photo 1 Echantillon JJ313 Provenance : Coupe de Mohamadabad
Métadiabase chloritisée et calcitisée à phénocris-
taux fantômes d'olivine. Augite. Plagiocalses séri-
citisés. Hématite. Quartz secondaire.

Photo 2 Echantillon JJ658 Provenance : Coupe de Mohamadabad
Granophyre à quartz, feldspaths potassiques et
quartz à structure graphique, séricite, phénocris-
taux de feldspaths altérés.

Photo 3 Echantillon JJ323 Provenance : Coupe de Mohamadabad
Phyllade calcaire séricito-chloriteuse, contenant
du sphène et de la magnétite.

COUCHES DE MOHAMADABAD

Photo 4 Echantillon JJ661 Provenance : Localité-type
Kératophyre quartzique. Les éléments de quartz
sont de forme déchiquetée dans une matrice d'or-
those et d'albite. Minéraux opaques en grains.

L'échelle représente 0,5 mm

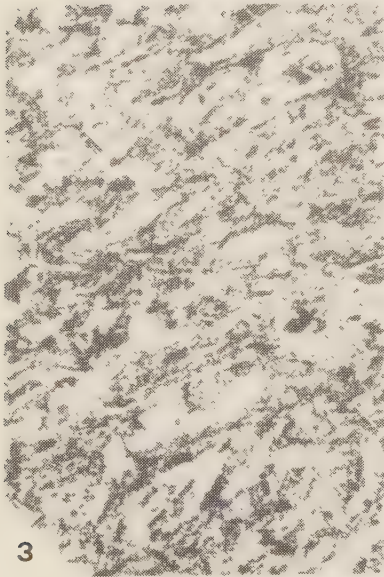
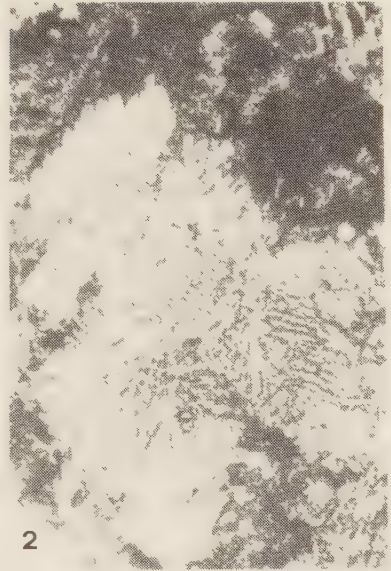
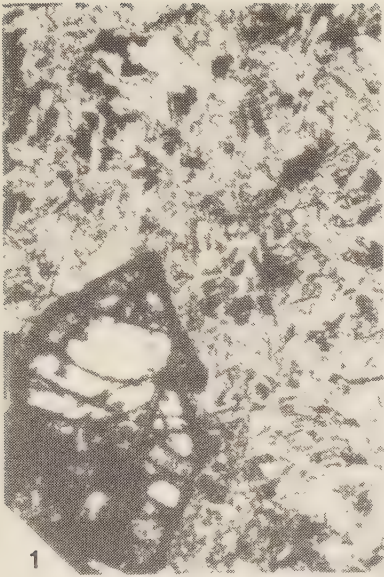




Fig. II.5.1 Situation des Formations de Lalun (ϵ_l) et Shirgesht (O_s) à l'embranchement de la vallée de Kholindareh.

II.5 Formation de Lalun

(Cambrien inférieur)

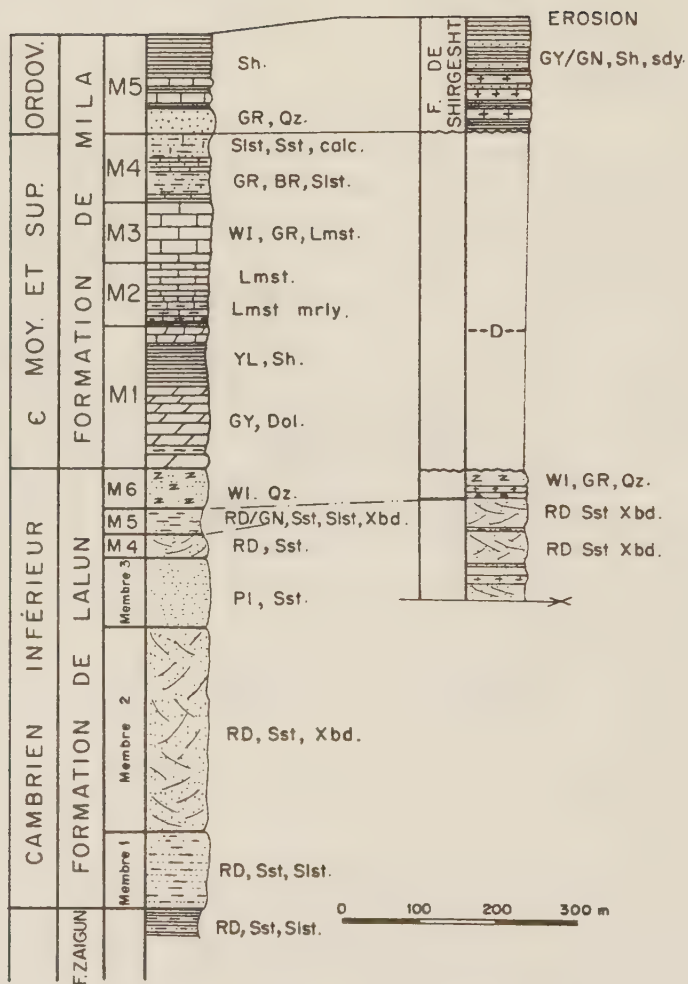
II.5.1 Généralités

Les grès de Lalun ont longtemps été assimilés à tort aux "Old Red Sandstone" et attribuée au Dévonien inférieur en raison de leur position stratigraphique sous des calcaires fossilifères du Dévonien supérieur dans l'Elbourz central et en concordance apparente avec ces derniers.

STÖCKLIN, RÜTTNER et NABAVI (1964) sont les premiers à rectifier l'âge de ces grès, après avoir découvert des trilobites cambriennes dans des strates susjacentes. GANSSER et HUBER (1962) décrivent dans cette formation à l'Alam Kou (Elbourz central) des traces organiques. Il s'agit de Cruziana, interprétée par SEILACHER (in RÜTTNER et al. 1968) comme des impressions de pattes de Trilobites du genre Redlichia, indiquant un âge cambrien inférieur à moyen. La corrélation avec les "Purple-Sandstones" de la Salt Range au Pakistan où ces mêmes traces sont connues en association avec une faune du Cambrien inférieur permet de préciser cette datation. Les faunes du Cambrien moyen découvertes dans les formations susjacentes confirment l'âge cambrien inférieur des grès de Lalun.

La "Formation de Lalun" introduite par ASSERETO (1963) dans l'Elbourz central est connue dans tout l'Iran. Des formations semblables, et de position stratigraphique très comparables ont été décrites au Pakistan dans la Salt Range, en Arabie, Jordanie et Turquie.

STEIGER (1966) a démontré par des études granulométriques et pétrographiques que ces dépôts, constitués essentiellement de



A. COUPE - TYPE

B. COUPE RELEVÉE

PRÈS DE KHOLINDAREH

(D'APRÈS ASSERETO 1963)

Fig. II.5.2 Formations de Lalun et Mila
Corrélations

quartz et de feldspath, se sont sédimentés rapidement. Les feldspaths disparaissent ensuite par usure ou altération, le milieu devient plus franchement marin et les grès s'enrichissent en fragments de glauconie et en débris phosphatés. Un banc de quartzite blanche ("Top quartzite" Fig II.5.2 p.52) termine la séquence. La couleur rouge des grès serait due à des conditions chimiques fortement oxydantes et non à un régime désertique selon l'interprétation habituelle.

Ce sont probablement les massifs granitiques précambriens du N qui après l'orogénèse karélienne ont fourni au grès de Lalun le matériel détritique.

II.5.2 R é g i o n é t u d i é e

La Formation de Lalun n'a pas été repérée qu'en un seul endroit, dans la vallée de Fazelabad à l'embranchement de la vallée de Kholindareh. Cette zone est très fortement faillée et l'affleurement de grès est isolé au milieu d'un réseau de failles de rejet important (5000 m au minimum).

Le contact inférieur n'est jamais visible. La Formation de Shirgesht (Ord. sup) repose en concordance apparente sur le "Top quartzite" (fig. II.5.2 page 52). Il y a en fait une lacune du Cambrien moyen et supérieur habituellement représenté par la Formation de Mila dans l'Elbourz central et oriental.

L'attribution à la Formation de Lalun des grès et quartzites à Kholindareh est étayée par les similitudes lithologiques existantes (fig. II.5.2 page 52) et par sa position stratigraphique.

Il faut noter la présence de sills diabasiques non signalés dans la localité-type à Lalun. De telles coulées sont

d'ailleurs fréquentes dans tout le Paléozoïque inférieur de la région. Les diabases interstratifiées sont affectées par un métamorphisme de faciès zéolite. Ce léger métamorphisme s'explique par la surcharge ayant affecté les terrains cambriens. L'épaisseur cumulée des sédiments post-cambriens atteint 6800 m.

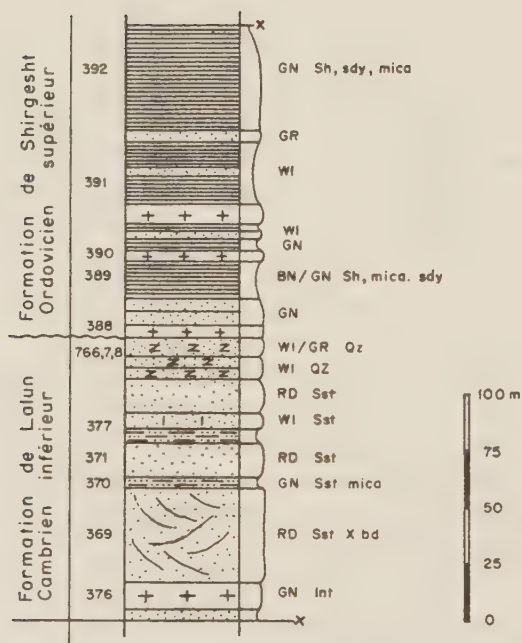


Fig. II.5.3 Coupe stratigraphique de Kholindareh
Formations de Lalun et Shirgesht

DESCRIPTION DE LA COUPE STRATIGRAPHIQUE DE KHOLINDAREH

(Fig. II.5.3 p.54)

- Sommet Shales micacé de couleur vert-olive à traces fréquentes de vers. Formation de Shirgesht, âge : ordovicien supérieur
- JJ766, 767 Quartzite compacte blanche à grise (planche 3, photo 1, page 65)
768 Micro : Orthoquartzite avec auréole de silicification, quartz de diamètre moyen de 350μ , bien arrondis, peu lithique et peu feldspathique, apatite.
- JJ377 Grès gris brun grossier.
Micro : Wacke lithique à matrice calcaro-argileuse à oxydes de fer, quartz anguleux de 150μ de diamètre moyen. Eléments de silixites, éruptif, microcline, muscovite, chlorite et minéraux opaques.
- JJ371 Grès lité de couleur lie-de-vin (planche 3, photo 2, page 65)
Micro : Arénite arkosique à ciment calcaire. Quartz de 100μ de diamètre moyen, contenant des silixites, chlorite, muscovite, feldspaths, minéraux opaques et du quartz à structure mirmésitique.
- JJ370 Grès grossier micacé, vert et rouge, débit en "plaquettes".
Micro : Arénite lithique peu chloriteuse. Quartz anguleux de diamètre moyen 200μ feldspaths, éruptif basique altéré.
- JJ369 Grès brun rouge massif, stratification entrecroisée.
Micro : Arénite lithique peu silicifiée. Eléments de quartz anguleux de 50μ de diamètre, contenant muscovite, silixites, calcite, rares zircons et tourmaline, microcline et albite, éruptif basique altéré, argiles.
- JJ376 Basalte compacte, vert.
Pétero : Métadiabase altérée à pyroxènes altérés, pyrite, vacuoles de chlorite et calcite, quartz secondaire, plagioclases et pyroxènes altérés, stilpnomélane, pistachite.
- Base Faille.

II.6 Formation de Shirgesht

(Ordovicien)

II.6.1 Généralités

L'Ordovicien a longtemps été un système peu connu en Iran. Les travaux des géologues du Service Géologique d'Iran ont montrés que ces terrains étaient bien représentés dans la partie orientale du pays.

Le gisement fossilifère le plus classique de cette période est celui de la montagne de Lashkerak dans le massif de l'Alam-Kou. Une riche faune de coraux et trilobites y a été récoltée par BOBEK (Détermination DIETRICH, 1937), par GANSSER et HUBER (1962) et par GLAUS (1965). Ces assises ont été cartographiées par GANSSER et HUBER (1962) sous le nom de la Formation de Lashkerak. (Fig. II.6.1, ci-dessous).

Dans la région de Tabas, Iran oriental, la Formation de Shirgesht épaisse de 1236 m groupe des terrains d'âge ordovicien (RUTTNER et al, 1968). Cette formation se compose essentiellement de shales et siltstones de couleur gris-vert avec de fines intercalations de calcaires fossilifères.

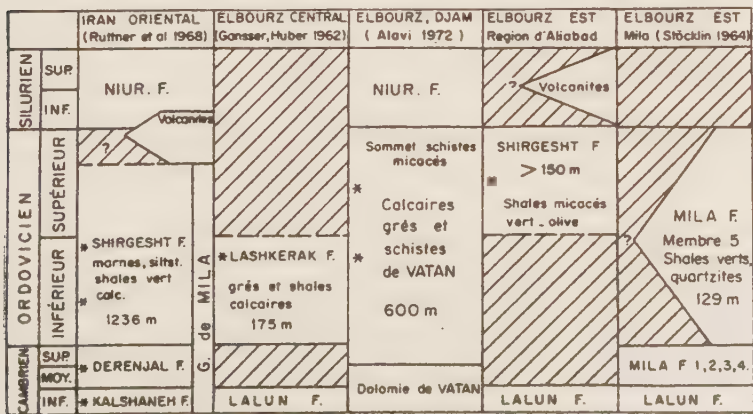


Fig. II.6.1 Corrélations entre les unités lithologiques de l'Ordovicien en Iran.

Dans l'Elbourz de l'E, le membre 5 de la coupe-type de la Formation de Mila est attribué à l'Ordovicien en raison de sa position stratigraphique, mais sans preuve paléontologique (STÖCKLIN et al, 1964).

ALAVI (1972) a introduit pour la région de Djam le nom de "Calcaires, grès et schistes de Vatan" d'âge Cambrien supérieur à Ordovicien. Le membre supérieur est constitué par 75 m de schistes gris clair à vert légèrement argileux et micacés avec un niveau de grès quartzitique rose intercalé.

Les shales micacés verts sont un faciès fréquent de l'Ordovicien connu sur la plate-forme russe, et en Arabie Saoudite (Formation de Tabuk, unité 4 "Sandstone, brown micaceous with abundant thin interbeds of olive-green shale and siltstone") (POWERS, 1968).

II. 6.2. Région étudiée

Entre les grès de Lalun (Cambrien inférieur) et les Basaltes de Soltan-Maïdan situés eux-mêmes sous les grès de Padeha (Dévonien inférieur probable), j'ai cartographié une unité de shales micacés de couleur vert-olive à traces de vers épichniales.

Ces shales contiennent très peu de macrofossiles. Ils ont néanmoins livrés après des recherches intensives :

Lingula sp

Les coupes-minces paraissant azoïques, l'analyse palynologique s'est avérée la seule méthode de dater les faciès de

shales. Dans un échantillon provenant de la base de la formation J.J. CHATEAUNEUF a reconnu une microfaune comprenant :

Algues	: Tasmanacaea
Chitinozoaires	: <u>Euconochitina cf. micracantha</u> <u>Conochitina</u> sp.
Acritarches	: <u>Veryachium rosendae</u> <u>Veryachium trispinosum</u> <u>Goniosphaeridium cf. polygonale</u> <u>Multiplicisphaeridium</u> sp ou <u>Baltisphaeridium pachyacanthum</u> <u>Baltisphaeridium cf. spinigerum</u>

indiquent un âge ordovicien supérieur.

Il existe donc une lacune sédimentaire importante du Cambrien moyen et supérieur. Ce fait tend à prouver que les assises de l'Ordovicien constituent en Iran central et dans l'Elbourz une unité de lithologie très semblable et bien individualisée.

Il est difficile de choisir pour les shales de la région étudiée une formation à laquelle les rattacher. De nombreuses équivalences apparaissent dans la littérature (Fig. II.6.1 page 57). Le membre 5 de la Formation de Mila doit être séparé de celle-ci et constituer comme l'avaient pressenti STÖCKLIN et al (1964) une unité lithologique indépendante, (Fig. II.5.2 page 52). La Formation de Lashkerak décrite dans la région de l'Alam Kou (GANSSEER et HUBER, 1962) est amputée de sa partie sommitale par la transgression dévonienne. Elle est donc trop incomplète pour être adoptée dans l'Elbourz oriental.

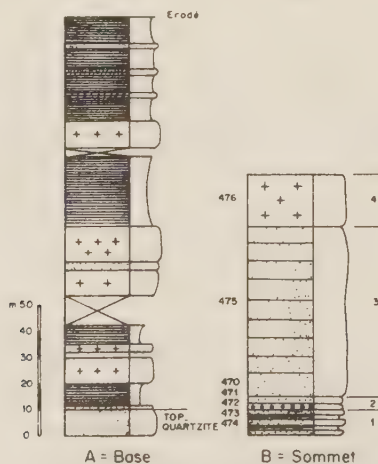
La Formation de Shirghesht (RÜTTNER et al, 1968) bien développée et fossilifère en Iran oriental est la plus propice pour lui attribuer les shales de Kholindareh. Sa lithologie est en effet très semblable : "mainly greenish-grey marlstone siltstone and shale" (Lexique stratigraphique d'Iran). La présence de la partie supérieure de l'Ordovicien

n'est pas confirmée par la macrofaune dans la localité type de Shirgesht. Une étude palynologique cependant pourrait préciser l'âge des 500 m de shales qui constituent la partie supérieure de la formation. Ceux-ci représentent vraisemblablement l'Ordovicien terminal (Fig. II.6.1, page 57).

Base de la formation

(Fig.II.5.3 page 54 et II.6.2 ci-dessous)

Aucune coupe stratigraphique de la zone cartographiée ne montre simultanément la base et le sommet de la Formation de Shirgesht. L'épaisseur totale est donc inconnue. Il n'existe qu'un seul affleurement de la base de la formation, dans la vallée de Mohamadabad, à l'embranchement de la vallée de Kholindareh, au-dessus des grès de Lalun décrits dans le chapitre précédent où j'ai mesuré 150 m. de shales, de grès et de basaltes.



A Coupe de la basse vallée de Kholindareh
B Coupe située 3 km au SE de Soltan Maidan

Fig. II.6.2 Coupes stratigraphiques de la Formation de Shirgesht.

DESCRIPTION DE LA COUPE DE KHOLINDAREH

(Fig. II.5.3, page 54)

Sommet	Erodé
JJ392	Grès quartzeux lités micacés de couleur gris-brun. Micro : Quartzwacke à éléments de quartz anguleux de 30μ de diamètre contenant de la chlorite, de la calcite, de la muscovite, des minéraux opaques et de rares zircons.
JJ391	Shales micacés gréseux à traces de vers, de couleur vert-olive. Micro : Wacke arkosique lité à quartz de 30μ de diamètre, à feldspaths, micas blancs, chlorite intergranulaire, rares zircons.
JJ390	Diabase à olivine, chlorite d'altération, oxydes de fer, quartz.
JJ389	Shale micacé vert-olive à traces de vers.
JJ388	Grès verts alternant avec des shales micacés brun-vert. Micro : Grauwacke à matrice argilo-chloriteuse, quartz subanguleux de 150μ de diamètre moyen, minéraux opaques fréquents, silexites, éléments altérés d'éruptif basique, calcite.
Base	"Top-quartzite" de la Formation de Lalun Micro : Orthoquartzite peu lithique et feldspathique diamètre moyen des éléments 350μ .

S o m m e t d e l a f o r m a t i o n

Le sommet de la Formation de Shirgesht affleure en trois localités. Dans la vallée de Mohamadabad à la base du Kou-e-Haroun en face du village de Rigchehme (Fig. II.7.1 page 68) les shales micacés apparaissent sous les Basaltes de Soltan-Maïdan. Une faille y a supprimé la base.

Les deux autres affleurements se situent dans la partie S de la chaîne, près du village minier d'Abr. Le sentier muletier montant vers la plaine perchée de Soltan-Maïdan, longe la Formation de Shirgesht également située à cet endroit aussi sous les Basaltes de Soltan-Maïdan.

En descendant de cette plaine vers la vallée de Fazelabad, le chemin traverse une coupe du Paléozoïque très complète, avec à sa base, la Formation de Shirgesht, là aussi amputée de sa partie inférieure par une faille.

DESCRIPTION DE LA COUPE SITUEE 3 KM AU SE DE SOLTAN-MAIDAN
(Fig. II.6.2 page 60).

Sommet	Basaltes de Soltan-Maïdan (600 m)
3	Ensemble de quartzwacke de couleur verte à matrice chloriteuse, oxydes de fer et micas blancs fréquents.
2	Wacke arkosique à matrice chloriteuse avec calcite et micas blancs fréquents.
1	Alternances de wacke arkosique à matrice chloriteuse, calcaire et d'oxyde de fer et de shales micacés verts.
Base	Faille.

L'assise gréseuse (3) située au-dessus des shales micacés

n'est connue que dans la coupe de Soltan-Maïdan. Bien que cartographiée avec la Formation de Shirgesht, elle pourrait être rattachée à une autre unité lithologique.

M i l i e u d e d é p o s i t i o n

La Formation de Shirgesht dans l'Elbourz de l'E est caractérisée par des dépôts de shales micacés, souvent très gréseux à éléments subanguleux, avec des grains de zircons. Ces constituants témoignent de la proximité relative des sources de détritisme, probablement de nature granitique. Peut-être s'agit-il encore des intrusions protérozoïques supposées dans la région caspienne.

La grande fréquence de pistes de vers ainsi que la faune de lingules constituent des arguments supplémentaires pour situer le dépôt des shales ordoviciens en milieu marin, côtier peu profond. Un milieu marin confiné peut expliquer l'absence quasi totale de faune franchement marine.

C o n c l u s i o n s

La répartition et la similitude des terrains ordoviciens en Iran suggère que des conditions de sédimentation similaires ont régnées sur la partie N et E du pays. Il s'agissait d'un régime de mer peu profonde avec des zones émergées au N fournissant le matériel détritique. Une phase d'érosion liée aux mouvements épirogéniques positifs du Silurien a probablement détruit une partie des sédiments ordoviciens.

PLANCHE 3

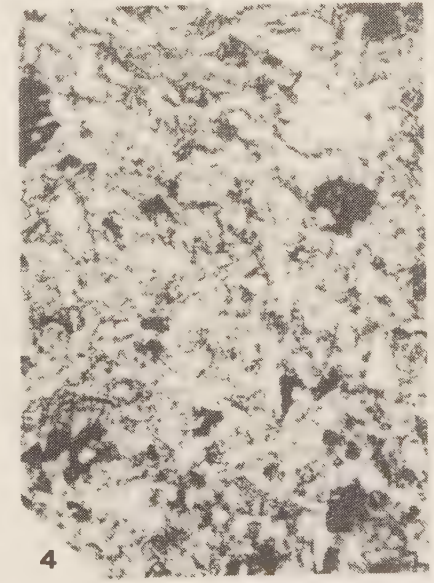
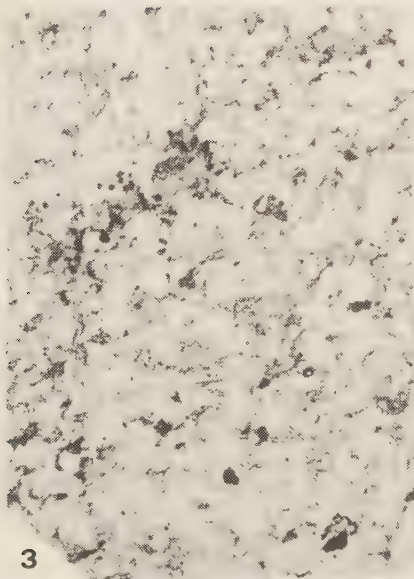
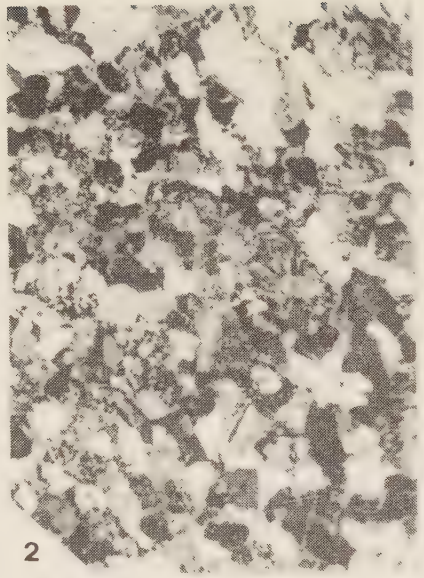
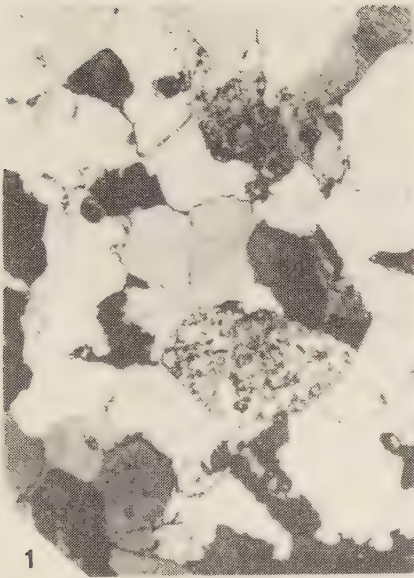
FORMATION DE LALUN

- Photo 1 Echantillon JJ767 Provenance : Coupe de Kholin-dareh. Orthoquartzite avec auréole de silification. Rares éléments de microquartzites, de feldspaths, et d'apatite. Quartz de diamètre moyen de 350μ , bien arrondi. Microfaciès caractéristique du "Top quartzite".
- Photo 2 Echantillon JJ371 Provenance : Coupe de Kholin-dareh. Arénite arkosique à ciment calcaire. Eléments de quartz subanguleux. Débris de silexite, chlorite, muscovite, feldspath, minéraux opaques et de quartz à structure mirmésitique. Microfaciès caractéristique de la base de la formation.

FORMATION DE SHIRGESHT

- Photo 3 Echantillon JJ391 Provenance : Coupe de Kholin-dareh. Wacke arkosique litée à débris de quartz subanguleux de 30μ de diamètre, feldspaths rares, zircons. Matrice chlorito-argileuse.
- Photo 4 Echantillon JJ390 Provenance : Coupe de Kholin-dareh. Diabase à olivine. Chlorite d'altération, oxyde de fer, quartz.

L'échelle représente 0,5 mm



II.7 L a F o r m a t i o n d e S o l t a n - M a ĩ d a n

(S i l u r i e n ?)

Un des phénomènes attirant le plus le regard du géologue quittant Shahrud en direction du col de Khoshyeilagh est la présence d'imposantes montagnes noires constituées de basaltes. Ces basaltes sont connus également au col de Khoshyeilagh où ils se situent stratigraphiquement sous la Formation de Padeha (Dévonien inférieur). A cet endroit, leur base n'est pas visible.

La présence d'une épaisse série basaltique sous les grès dévoniens étant constante dans cette partie de l'Elbourz, j'ai jugé utile de créer une nouvelle Formation lithologique de Soltan-Maïdan. Cette unité, constituée de basaltes, est aisément cartographiable et se distingue même de par sa teinte foncée sur les photographies prises par satellites.

O r i g i n e d u n o m

Terme géographique, petite plaine intramontagneuse située à 9 km à l'E du village d'Abr et dominée par le Kou-e-Bidar, montagne essentiellement formée par les basaltes.

S i t u a t i o n d e l a c o u p e - t y p e

(Fig. II.7.2 page 72).

Si les basaltes affleurent sur de larges surfaces, deux sections seulement montrent la base et le sommet de la formation. La première se trouve sur les flancs du Kou-e-Haroun, face à

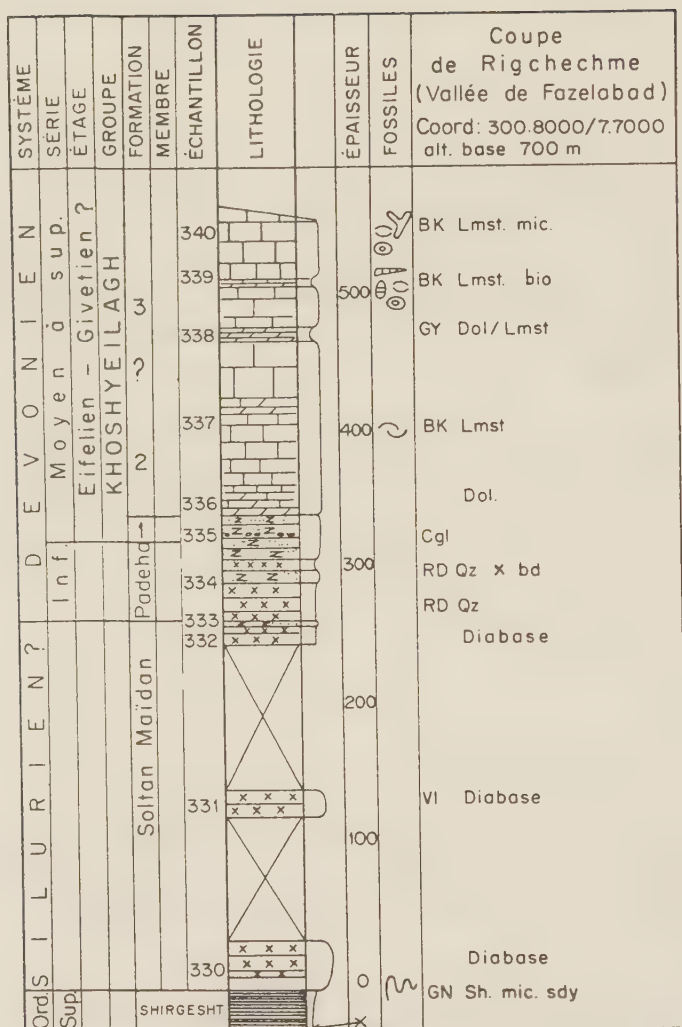


Fig. II.7.1.

Rigchechme dans la vallée de Fazelabad. Cette coupe est fortement recouverte de végétation et peu commode d'accès. (Fig. II.7.1 page 68).

La seconde section, choisie comme coupe-type affleure le long du sentier conduisant d'Alestone à Abr par Soltan-Maïdan (Fig. II.7.2 page 72).

Coordonnées de la base de la coupe-type :

Longitude E : 54° 57'

Latitude N : 36° 42'

Altitude : 2200 m.

D e s c r i p t i o n d e l a c o u p e - t y p e

Les grès multicolores de la Formation de Padeha, d'âge dévonien inférieur probable constituent la formation susjacente.

Des grès gris-brun peu micacés surmontant les shales micacés à traces de vers de couleur vert-olive d'âge ordovicien supérieur (Fig. II.6.2b page 60) la recouvrent.

Dans la localité type, l'épaisseur des basaltes atteint 600 m. Plus au S, sur les flancs du Kou-e-Bidar, elle mesure plus de 700 m, et la base n'est pas visible. Vers le N, au contraire, leur épaisseur diminue. La coupe du Kou-e-Haroun, en face du village de Rigchechme, ne montre que 290 m de basaltes. Les basaltes de Soltan-Maïdan affleurent largement au N du Kou-e-Qasam et au col de Koshyeilagh. Mais à aucun de ces deux endroits la coupe n'est complète.

P é t r o g r a p h i e voir p.71 et 74

Age et origine des Basaltes de Soltan-Maïdan

Une série de datations absolues a été effectuée selon la méthode Potassium/Argon sur roche totale et n'a donné aucun résultat cohérent (Tab. II.7.3 page 71). La cause de ces anomalies est à rechercher dans la forte activité tectonique et le léger métamorphisme dû à la surcharge des sédiments.

L'examen des analyses chimiques, comme celle des âges absolus, n'apporte pas de renseignements catégoriques lorsque l'on projette ces données sur des diagrammes. Pourtant la teneur toujours importante en TiO_2 est remarquable. Ce fait est observé généralement dans les basaltes du domaine continental (GOTTINI, 1967). Le diagramme $SiO_2/K_2O + Na_2O$ montre une tendance alcaline. La teneur en Na est élevée (Fig. III. 1.1 page 203).

Cette imposante série basaltique, qui ne peut être un lopolite en raison de sa nature pétrographique s'est répandue sur un substratum ordovicien partiellement en milieu aquatique. M. SHARABI (Service géol. d'Iran, communication personnelle) a observé des débits en coussin dans l'extension occidentale des basaltes de Soltan-Maïdan.

Un débit en prismes n'a jamais été observé. Au Kou-e-Bidar affleurent des niveaux conglomératiques avec des éléments de roches acides grenues peut-être arrachés au socle cristallin. Les basaltes de Soltan-Maïdan, situés entre des sédiments fossilifères ordoviciens supérieurs et les grès de Padeha du Dévonien inférieur, sont d'âge ordovicien terminal à dévonien inférieur.

Toutefois, la présence de basaltes sous les assises du Silurien inférieur à Robat-e-Gharabil (F. BOZORGNIA, 1973)

ainsi qu'en Iran oriental (RUTTNER et al, 1968) suggère un âge situé à la limite du Silurien et de l'Ordovicien (Fig. II.6.1 page 57).

Les observations de terrain, l'étude pétrographique et les analyses chimiques suggèrent une origine fissurale en domaine continental, c'est-à-dire avec une croûte continentale, et un épanchement en partie tout-au-moins aquatique durant le Silurien inférieur.

Echantillon	JJ419 A	JJ362 B	JJ501 C	JJ521 D	JJ572 E	JJ645 F
SIO ₂	53.05	50.09	42.95	38.39	49.91	56.40
TIO ₂	2.91	1.65	1.27	2.06	2.17	1.61
AL ₂ O ₃	15.16	14.53	14.66	14.59	14.24	14.66
FE ₂ O ₃	9.12	3.29	10.49	6.33	10.91	5.30
FEO	2.13	6.67	2.07	6.58	3.15	5.40
MNO	0.13	0.18	0.15	0.09	0.12	0.11
MGO	2.36	8.32	9.84	4.83	3.36	4.45
CAO	3.73	9.28	6.13	9.54	4.43	1.36
NA ₂ O .	7.73	1.11	2.21	2.23	6.19	4.34
K ₂ O	0.20	1.61	1.40	2.04	0.01	0.46
P ₂ O ₅	0.33	0.26	0.20	0.30	0.24	0.19
H ₂ O+	2.43	2.80	4.83	4.03	2.44	3.54
CO ₂	0.46	0.01	3.08	8.00	2.26	1.44
SOMME	99.74	99.80	99.28	99.01	99.43	99.26
Age K/Ar	501 MA	193 MA	225 MA	177 MA	477 MA	305 MA
	± 0	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,1$	± 4	$\pm 1,9$

Tab.II.7.3 Analyses chimiques et âges absolus (K/Ar) de quelques basaltes de la Formation de Soltan Maïdan. (Situation cf. Fig II.7.2 p.72).

Remarques sur les corrélations lointaines

Comme l'Elbourz oriental, plusieurs régions étaient recouvertes par des coulées basaltiques durant le Silurien.

En URSS, dans le Tian Chan, une épaisse série effusive basique constitue la base du Silurien. Ce fait est expliqué par les larges fléchissements ayant influencé l'Asie centrale à cette époque. Dans le Kazakhstan, les roches effusives sont d'âge ludlovien (OVECHKIN, 1959). L'Oural connaît également durant le Silurien un volcanisme actif.

Par contre en Arabie Saoudite aucune activité volcanique ne s'est manifestée au sein de la Formation de Tabuk qui s'étage de l'Ordovicien inférieur au Dévonien inférieur avec des sédiments marins fossilifères (POWERS, 1968).

De même le Pakistan et l'Afghanistan ne possèdent pas de basaltes contemporains de la Formation de Soltan-Maïdan.

Fig. II.7.2

Situation de la coupe-type de la Formation de Soltan-Maïdan et des échantillons analysés

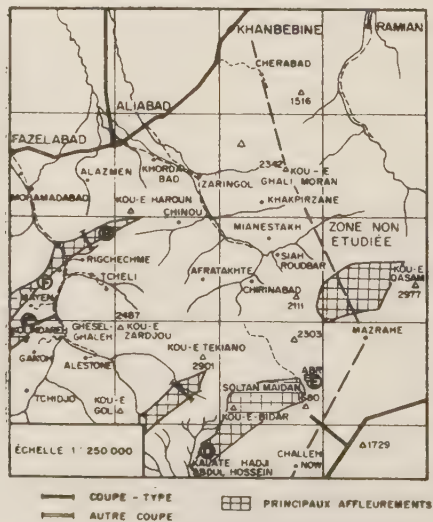
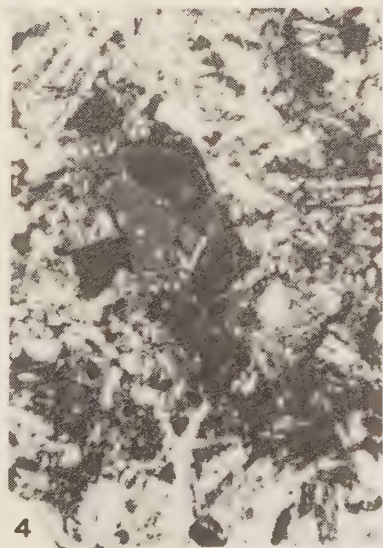
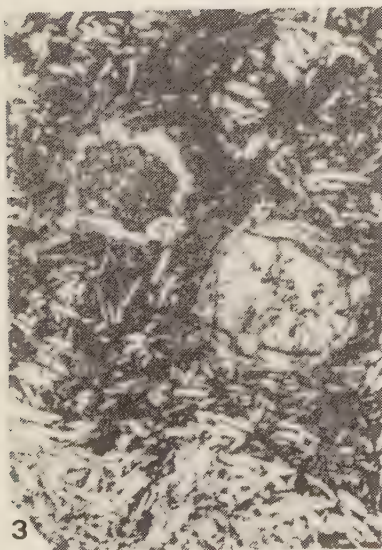
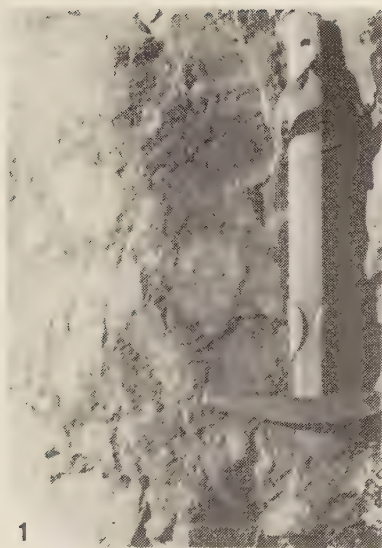


PLANCHE 4

BASALTES DE SOLTAN-MAIDAN

- Photo 1 Inclusions d'éléments de socle dans les Basaltes de Soltan-Maïdan du Kou-e-Bidar.
- Photo 2 Echantillon JJ332 Provenance : Coupe de Rigcheh-me.
 Roche peu altérée, partiellement calcitisée et hématitisée.
 Minéraux : Plagioclases en lattes titrant 50 à 60 d'anorthite. Clinopyroxènes : Augite intergranulaire, rosâtre, peu pléochroïque, légèrement titanifère, début de calcitisation et chloritisation. Olivine calcitisée et hématitisée, plages idiomorphes fréquentes, présence de corrosion magmatique, cristaux intratelluriques.
 Calcite abondante en plages, en filaments ou diffuse.
 Minéraux opaques : hématite xénomorphe abondante.
 Diagnose : Basalte à olivine altérée, calcitisée et hématitisée à structure ophitique.
- Photo 3 Echantillon JJ519 Provenance : Kou-e-Bidar (10 km à l'E d'Abr).
 Roche altérée calcitisée, hématitisée, chloritisée à épidote.
 Contenant des galets de lave à structure fluidale très altérés (Andésite ou basalte) dans une matrice felsitique avec chlorite, épidote ?, pumpéllite ? - xénolithes de quartz.
 Galets de roche contenant de l'albite et de quartz à structure granophyrique.
 Minéraux opaques hématite
 Calcite
 Diagnose : Roche de formation pyroclastique probable à lave basaltique ou andésitique contenant des xénolithes et des roches du socle.
 Origine sous-marine éventuelle.
- Photo 4 Echantillon JJ330 Provenance : Coupe de Rigcheh-me.
 Roche fortement altérée à structure ophitique.
 Contenant : Plagioclases altérés (Str. tendance intersertale). Clinopyroxènes transformés en chlorite. Olivine transformée en iddingsite (serpentine ferrifère) et calcitisée. Les sections idiomorphes indiquent des cristaux intratelluriques. Calcite abondante en filons, plages diffuses etc.
 Minéraux opaques : hématite abondante.
 Diagnose : Diabase altérée à olivine, chloritisée calcitisée et hématitisée (Faciès schistes verts)

L'échelle représente 0,5 mm.



II. 8 F o r m a t i o n d e P a d e h a (D é v o n i e n i n f é r i e u r)

II.8.1 G é n é r a l i t é s

La coupe-type de la Formation de Padeha a été choisie par RUTTNER et al. (in STÖCKLIN, 1971) dans les montagnes d'Ozbak près de Tabas. Sur 450 m on y trouve une alternance de dolomies et de grès quartzitiques surmontés par des dolomies et du gypse. La série semble non fossilifère.

Dans la région de Shirgesht, la formation mesure 730 m et est essentiellement gréseuse avec quelques niveaux dolomitiques à son sommet.

ALAVI-NAINI (1972) décrit dans la région de Djam (10 km à l'E de Semnan) la Formation de Padeha d'une épaisseur de 413 m, essentiellement constituée de grès quartzitiques multicolores à stratification entrecroisée et d'alternances de shales rouges micacés et de dolomies au sommet.

II.8.2 R é g i o n é t u d i é e

F. BOZORGNIA (1973) signale le premier dans l'Elbourz de l'E la présence de la Formation de Padeha, à Khoshyeilagh et à Robat-e-Gharabil, épaisse respectivement de 275 m et 325 m.

La Formation de Padeha dans la partie de l'Elbourz considérée n'est bien développée qu'au S. La coupe de Kalate Hadji Abdul Hossein est complète et la plus représentative (Fig. II.8.2 page 83). Elle mesure 191 m et montre les contacts inférieurs et supérieurs avec les formations encadrantes.

Une autre section complète de la Formation de Padeha affleure le long du sentier entre la plaine de Soltan-Maïdan et le village d'Alestone sous le Kou-e-Gandi dans les gorges abruptes qui gênent son étude. L'épaisseur de la formation est ici d'environ 60 m.

La Formation de Padeha existe également dans la partie septentrionale de la zone cartographiée. L'épaisseur est réduite et le faciès plus quartzitique.

Dans la coupe du Kou-e-Haroun, (Fig. II.7.1 page 68) face au village de Rigchehme, la Formation de Padeha est représentée par 55 m d'orthoquartzites rouges et blanches avec des intercalations de basaltes à olivine altérés. Un conglomérat polygénique marque la base de groupe de Khoshyeilagh, constituée également de quartzites et surmontées de dolomies noires et de Calcaires à Tentaculites.

La Formation de Padeha est présente près de Kholindareh, dans la vallée de Fazelabad sous le même faciès, mais réduite à 30 m.

A g e d e l a F o r m a t i o n d e P a d e h a

Malgré des recherches attentives, la formation a livré aucun fossile dans la zone d'étude, H. BOZORGNIA, en Iran oriental, y a découvert pourtant quelques brachiopodes encore indéterminés (communication verbale).

H. HUBER (1957) signale des empreintes de Tentaculites à Djafarabad dans des orthoquartzites attribuables à la Formation de Padeha. L'étude de ces fossiles aurait certainement précisé

l'âge de cette formation, mais mes recherches dans la vallée de Djafarabad sont restées jusqu'ici infructueuses.

On ne peut donc attribuer à la Formation de Padeha un âge dévonien inférieur qu'en raison de sa position stratigraphique sous le Dévonien moyen et sur le Silurien de l'Iran oriental. Dans la région d'Aliabad un âge pré-eifélien est certain.

II.8.3 Origine et milieu de la Formation de Padeha

Le matériel presque exclusivement quartzeux, souvent bien arrondi, témoigne d'un transport important. La fréquence des zircons, de la tourmaline et du microcline suggère une origine magmatique acide pour le matériel détritique de la Formation de Padeha. Les rares éléments d'éruptif basique ont probablement les basaltes de Soltan-Maïdan pour origine.

Le ciment, les niveaux dolomitiques et calcaires ainsi que la fréquence des stratifications entrecroisées suggèrent un milieu de dépôt marin épicontinental et peu profond. Il peut s'agir de conditions en partie lagunaires et sursalées, ce qui permet d'expliquer l'absence de faune.

Les massifs granitiques précambriens rajeunis par des mouvements tardi-calédonniens ont pu fournir le matériel détritique à la Formation de Padeha. La proportion élevée de quartz dans les coupes de la Formation de Padeha dans l'Elbourz par rapport aux séries plus évaporitiques et dolomitiques de l'Iran central et oriental ferait placer ces massifs au N.

Arénites

- 1 QUARTZ ARENITE
- 2 ARENITE FELDSPATHIQUE
- 3 ARENITE ARKOSIQUE
- 4 FELDSPATHITE
- 5 ARENITE LITHIQUE

MATRICE < 15%

Wackes

- 6 QUARTZ WACKE
- 7 WACKE FELDSPATHIQUE
- 8 WACKE LITHIQUE
- 9 WACKE ARKOSIQUE

MATRICE > 15%

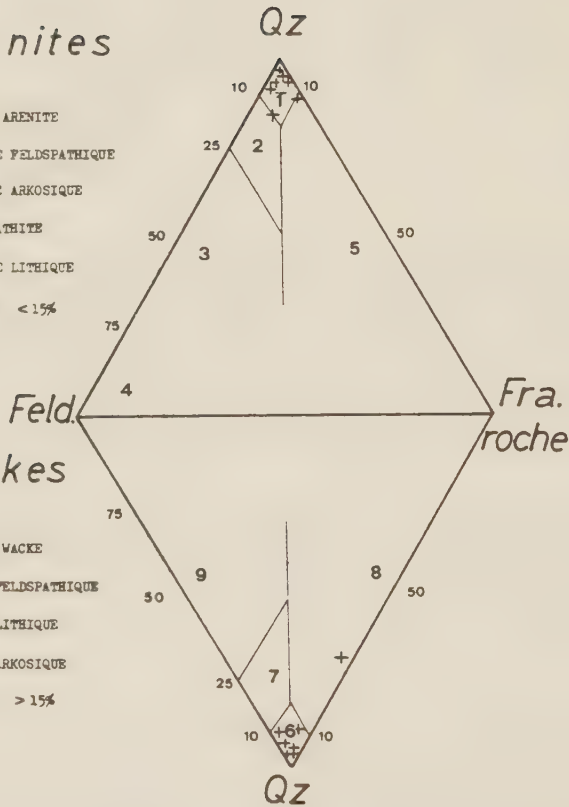


Fig. II. 8.1 Distribution pétrographique des grès de la Formation de Padeha

COUPE STRATIGRAPHIQUE DE LA FORMATION DE PADEHA A
KALATE HADJI ABDUL HOSSEIN

Fig. II. 8.2 p.83

Sommet	Conglomérats polygéniques marquant la base de la Formation 1, Groupe de Khoshyeilagh (Eifélien)
20 5 m	Dolomie micritique gréseuse grise à éléments de quartz peu anguleux, feldspaths, silexite (JJ539).
19 10 m	Couvert
18 20 m	Grauwacke de couleur grise, débit en "plaquette". Matrice argileuse. Eléments de quartz de 100 μ de diamètre moyen, bien arrondis, feldspaths, silexite, minéraux opaques, chlorite et débris d'éruptif. Cristaux isolés de calcite (JJ538).
17 15 m	Quartzwacke gris, très dolomitique. Quartz arrondis de 150 μ de $\emptyset$ moyen. Auréoles de silicification, feldspaths, tourmaline (JJ537).
16 10 m	Orthoquartzite jaune peu dolomitique, silicifiée, quartz de 200 μ de diamètre moyen, rares feldspaths, silexites et zircons (JJ536), alternant avec des quartzwacke jaune à ciment calcaire, élément de 250 μ de diamètre moyen, silicification secondaire, rares feldspaths (JJ535).
15 10 m	Barre compacte de quartzwacke blanc-jaune à matrice calcaire et partiellement silicifiée. Eléments de quartz de 100 μ de diamètre moyen, feldspaths fréquents, débris lithiques, tourmaline (JJ534).
14 15 m	Grès rouge violacé friables, en partie recouverts
13 3 m	Orthoquartzite très peu calcaire, quartz de 200 μ de diamètre moyen, stratification entrecroisée (JJ533).
12 20 m	Quartzwacke poreux à ciment calcaire. Eléments de 170 μ de diamètre moyen, bien arrondis, contenant tourmaline, zircons, éruptif basique, feldspaths, microcline (JJ532) alternant avec des grès tendres rouges-violacés.
11 1m	Quartzwacke jaune à patine rouge. Ciment calcaire, éléments de quartz de 100 μ de diamètre moyen, arrondis, feldspaths, éruptif, biotite (JJ531).

- 10 11 m Alternances de grès rougeâtres massifs et de grès friables verts et rouges.
- 9 4 m Quartzwacke blanc à ciment dolomitique. Eléments de 250 μ de diamètre, moyennement arrondis (JJ530).
- 8 17 m Dolomie blanche très gréseuse avec élément de 100 μ de diamètre moyen à zircons, alternant avec des grès en "plaquettes" (JJ529).
- 7 1 m Dolomie gréseuse riche en oxydes de fer, quartz de 50 μ de diamètre, minéraux opaques (JJ528).
- 6 1 m Dolomie gréseuse blanche. Eléments de quartz de 50 μ , microcline et muscovite (JJ527).
- 5 9 m Grès rouges en "plaquettes" partiellement recouverts.
- 4 3,5m Arénite rougeâtre peu lithique. Auréoles de silicification. Quartz arrondis de 50 μ de diamètre moyen, oxydes de fer en pellicule, minéraux opaques, feldspaths, dolomitiques, silexites (JJ526).
- 3 0,5m Quartzwacke rouge à matrice dolomitique. Quartz arrondis de 350 μ de diamètre, minéraux opaques (JJ525).
- 2 18 m Orthoquartzites blanches rosées massives avec rares dolomies intergranulaires, éléments de quartz de 60 μ de diamètre moyen, en alternance avec des grès tendres à ciment calcaire (JJ524).
- 1 7 m Orthoquartzite rosâtre à dendrites avec rares noyaux dolomitiques, quartz de 100 μ de diamètre, alternant avec des arénites quartzeuses peu dolomitiques, quartz de diamètre moyen de 150 μ , arrondis, zircons rares, stratification entrecroisée (JJ522 - 523).

Base Basaltes de Soltan-Maïdan

Epaisseur de la Formation de Padeha 191 m.

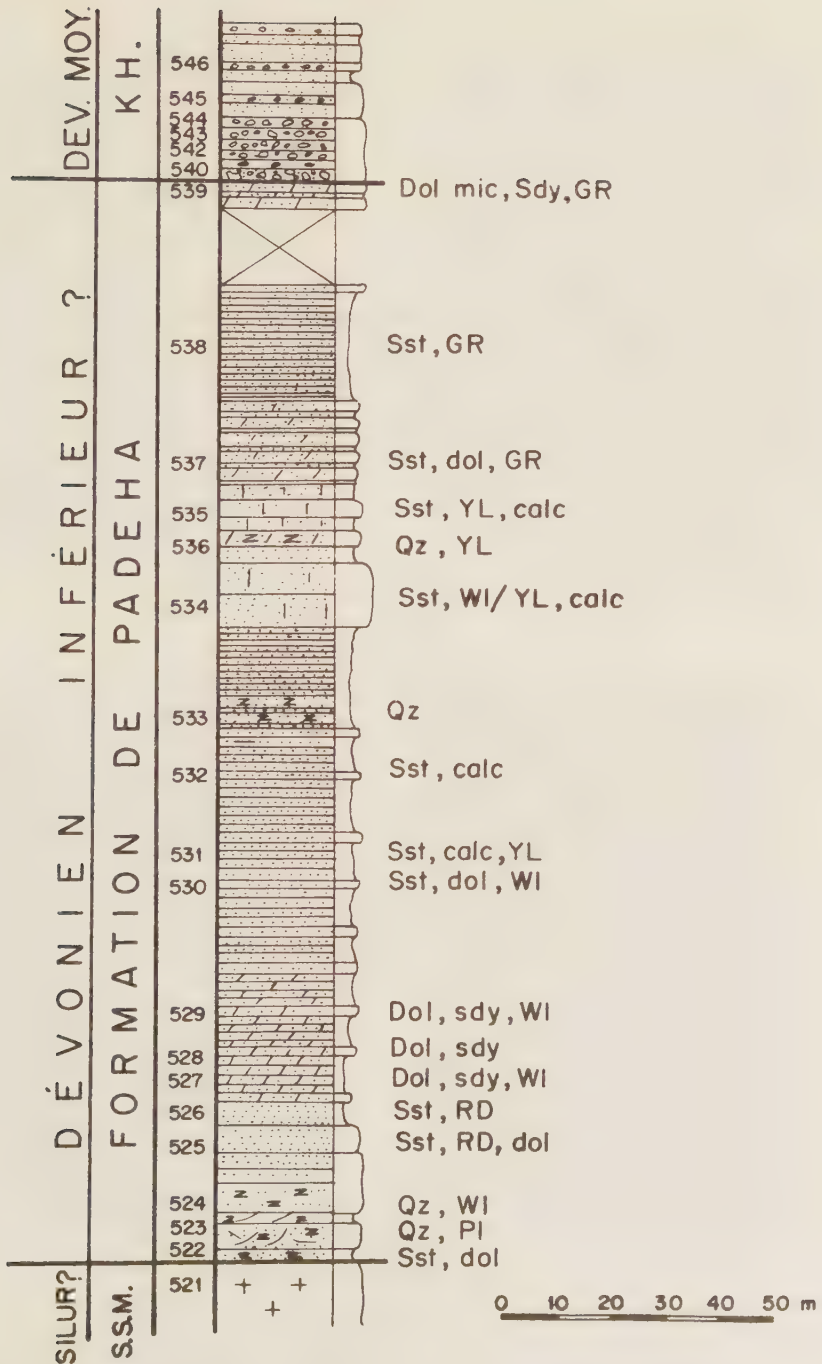


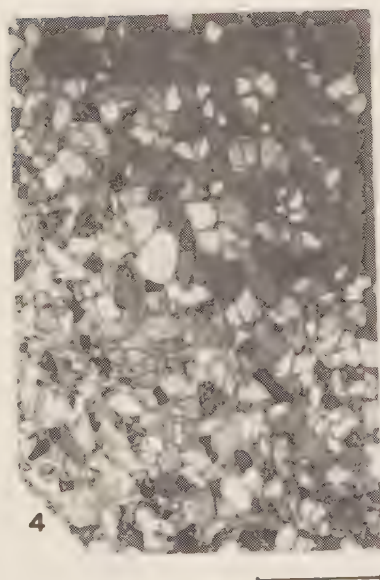
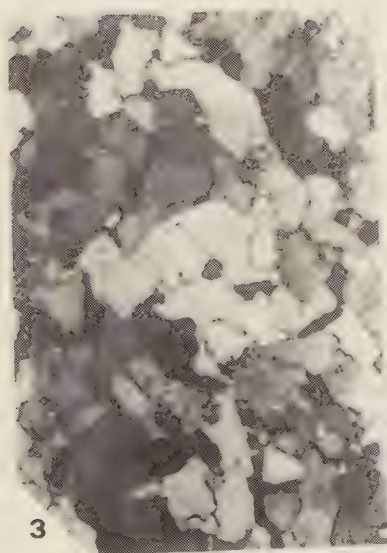
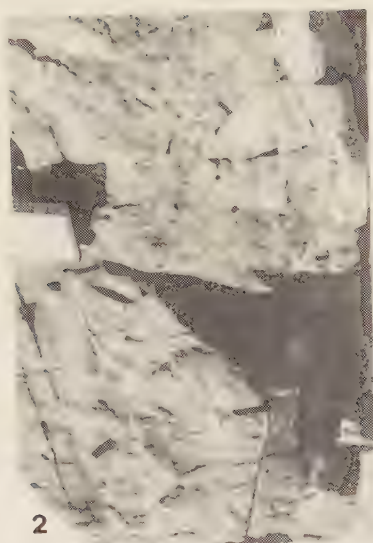
Fig. I.8.2. Formation de Padeha à Kalate Hadji Abdul Hossein.

PLANCHE 5

FORMATION DE PADEHA

- Photo 1 La Formation de Padeha à Kalate Hadji Abdul Hossein
 a) Basaltes de Soltan-Maïdan
 b) Formation de Padeha partie basale : grès multicolores.
 c) Formation de Padeha partie sommitale : grès gris-jaune
 d) Groupe de Koshyeilagh, Formation 1
 e) Groupe de Koshyeilagh, Formation 2
- Photo 2 Stratification entrecroisée niveau JJ536
 Coupe de Kalate Hadji Abdul Hossein.
- Photo 3 Echantillon JJ522
 Provenance : Coupe de Kalate Hadji Abdul Hossein (Fig. II.8.2 page '68)
 Diagnose : Orthoquartzite
 Eléments de quartz roulé (150μ $\emptyset$)
 avec légère auréole d'oxyde de fer, rare calcite et tourmaline.
- Photo 4 Echantillon JJ333
 Provenance : Coupe du Kou-e-Haroun (Fig. II.7.1 page 83) cote 260 m.
 Diagnose : Orthoquartzite à ciment quartzeux microcristallin. Eléments de quartz bien arrondis avec surface soulignée par une pellicule d'oxyde de fer et extinction ondulante, diamètre moyen 200μ
 Rares éléments d'oxyde de fer, zircons et microcline.

L'échelle représente 0,5 mm.



II.9 Le Groupe de Khoshyeilagh (Dévonien moyen et supérieur)

II.9.1 Généralités

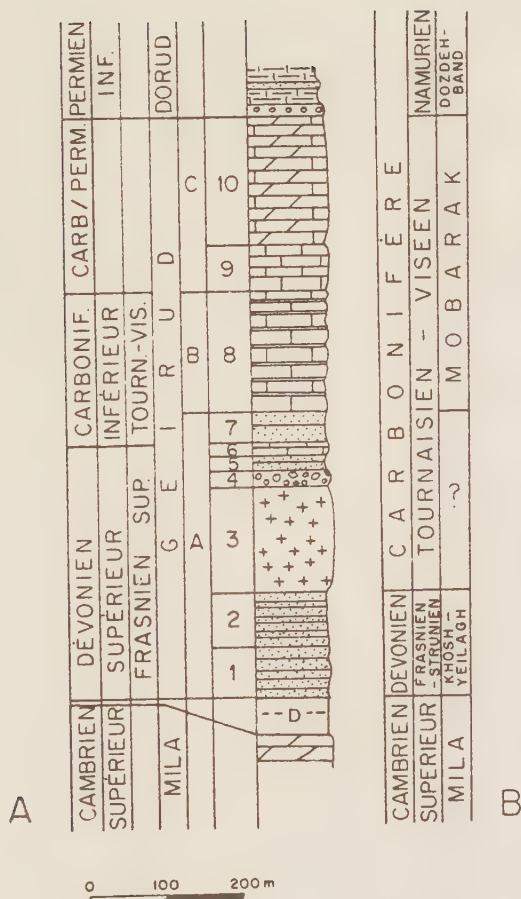
En 1911 déjà, STAHL signale la présence dans l'Elbourz d'une faune de brachiopodes du Dévonien moyen et supérieur. RIVIERE (1934) reconnaît le caractère transgressif du Dévonien en Iran septentrional et l'absence de Dévonien inférieur marin. En définissant les principales formations paléozoïques de l'Iran, ASSERETO (1963) inclu les couches dévoniennes de l'Elbourz central dans la Formation de Geirud. Primitivement cette formation débutait au Frasnien supérieur pour se terminer à la limite permo-carbonifère avec des lacunes possibles du Tournaisien et du Carbonifère supérieur (au sens européen) (Fig. II.9.1 p.89).

Les membres B et C de la Formation de Geirud étant les équivalents lithologiques et stratigraphiques de la Formation de Mobarak de l'E, d'âge carbonifère, STEPANOV, (1967) propose afin d'éliminer toute ambiguïté de restreindre la Formation de Geirud au Membre A, soit au Dévonien. Les Membres B et C sont alors appelés Formation de Mobarak.

Des recherches palynologiques récentes (KIMYAI, 1972, VANGUESTAINE, fide F. BOZORGNIA, 1973) ont montré que dans la coupe-type à Geirud, le Dévonien ne comprenait que les unités 1 et 2 du Membre A, soit environ 140 m de sédiments d'âge frasnien supérieur à strunien.

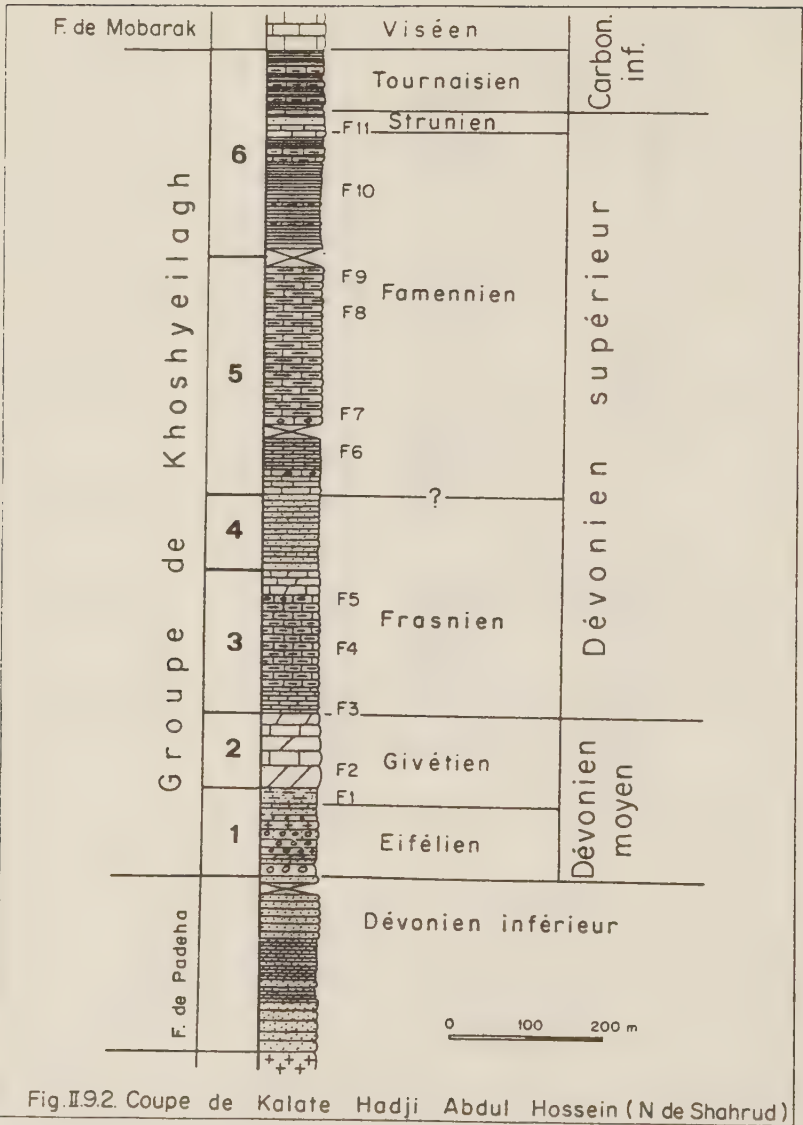
Au cours de travaux de cartographie dans l'Elbourz oriental, H. BOZORGNIA (NIOC Carte géologique non publiée, 1970), a découvert au col de Khoshyeilagh entre Shahpasand et Shahrud une section paléozoïque où le Dévonien est particulièrement bien développé. Sur une épaisseur de 1354 m, F. BOZORGNIA (1973) a mis en évidence des terrains d'âge couvinien (eifé-

lien) à frasnien supérieur par une faune très riche en brachiopodes, trilobites, coraux et tentaculites. Une étude ultérieure (BRICE, LAFUSTE, DE LAPPARENT, PILLET et YASSINI, 1973) a montré que la base de la série se trouvait à la limite eifélien-givétien. F. BOZORGNIA (1973) a proposé d'adopter cette section comme coupe-type de sa Formation de Khoshyeilagh. Quelques modifications devraient être apportées à la proposition de BOZORGNIA (1973). Selon le Code stratigraphique international, les formations lithostratigraphiques sont définies selon leur lithologie, sans considération d'âge. La très grande épaisseur et la diversité des faciès rencontrés à Khoshyeilagh rendrait préférable l'usage du nom : Groupe de Khoshyeilagh, laissant ainsi la possibilité de définir des nouvelles formations plus restreintes. J'élèverai donc dans ce travail les anciens membres au rang de formation, en le numérotant de 1 à 6 à partir de la base. Il faudrait également prolonger le Groupe de Khoshyeilagh jusqu'au début des calcaires noirs massifs d'âge viséen qui constituent la base de la Formation de Mobarak. Ainsi la limite supérieure du groupe sera d'âge tournaisien. Sur le terrain aucun indice ne permet en effet de subdiviser les marno-calcaires du Famennien supérieur, du Strunien et du Tournaisien (Fig. II.9.2 page 90).



COUPE TYPE DE LA FORMATION DE GEIRUD
A : Assereto (1963) B : Bozorgnia (1973)

Fig. II.9.1.



II.9.2 Région étudiée

Principales coupes stratigraphiques du Groupe de Khoshyeilagh

A) Coupe de Kalate Hadji Abdal Hossein

(Fig. II.9.2 page 90).

Le Groupe de Khoshyeilagh affleure particulièrement bien au Nord de Shahrud. Nous avons relevé à Kalate Hadji Abdal Hossein (Fig. II.9.2 page 90) une coupe de plus de 2000 m d'épaisseur dont les terrains s'étagent du Dévonien inférieur au Permien. La lithologie et l'épaisseur du Groupe de Khoshyeilagh à Kalate sont très proches de celles de la coupe-type.

Quelques particularités sont toutefois à signaler. Le sommet de la Formation 1 (niveau F.1), constitué de silts gréseux est pétri d'empreintes de plantes. Mme P. CORSIN, de Lille, y a reconnu : Psilophyton sp. et cf. Dawsonites arcuatus. Cette association classique se rencontre dans le Dévonien inférieur de la Série de Sardjal (Kasakstan), dans le Dévonien inférieur de la province de Tourgai (URSS). Cette flore, trouvée pour la première fois en Iran est située sous des niveaux à brachiopodes d'âge givétien dans l'Elbourz.

La Formation 6 (niveau F11) a livré une riche faune de brachiopodes dans le niveau F11 indiquant la présence du Strunien. Cet étage n'avait pas été reconnu dans la coupe-type.

B) Coupe de Rigchechme

(Fig. II.7.1 page 68)

Cette coupe bien qu'incomplète et peu fossilifère est intéressante car elle montre l'évolution latérale de la base du Groupe de Khoshyeilagh en direction du N. Au-dessus des grès-

quartzitiques de la Formation de Padeha, nous avons observé une épaisseur de plus de 200 m de dolomies et de calcaires massifs à tentaculites représentant vraisemblablement les Formations 1, 2 et peut-être une partie de la Formation 3 du Groupe de Khoshyeilagh.

La partie supérieure du Groupe est érodée.

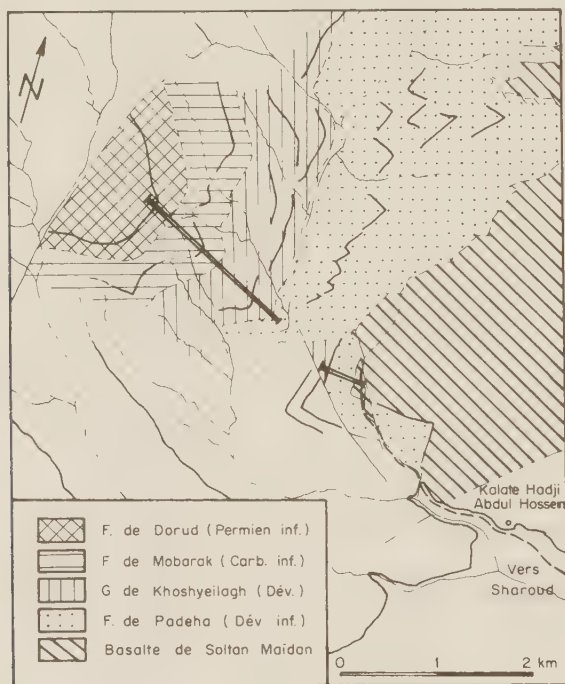


Fig. II.9.3 Esquisse géologique et situation de la coupe stratigraphique de Kalate Hadji Abdul Hossein.

COUPE DE KALATE HADJI ABDUL HOSSEIN

GROUPE DE KHOSHYEILACH

Fig. II.9.2 page 90

- Sommet Calcaires micritiques noirs massifs d'âge viséen inférieur (Vla) de la Formation de Mobarak
Microfaune : Endothyra laxa , Dainella sp. ,
Lysella sp.
- Formation 6 Epaisseur 250 m.
Ensemble de marnes noires fossilifères et de calcaires fins
Niveau F 11
Aulacella interlineata (SOW, 1840)
Araratella dichotomians assimulata (ABRAMIAN, 1954)
Centrorhynchus aff. turanica (ROMANOWSKI, 1880)
Toryniferella echinulata (BRICE, 1971)
Eobrachythyris strunianus alatus (?) GOSSELET, 1879
Cleiothyridina roissyi (LEVEILLE, 1835)
Composita aff. globosa KREST. et KARP., 1948
Unispirifer mediocris (TOLMACHOFF, 1924)
Age : STRUNIEN et TOURNAISIEN
- Niveau F 10
Centrorhynchus aff. turanica (ROMANOWSKI, 1880)
Cyrtiopsis graciosa chakhaensis (BRICE, 1971)
Cyrtospirifer sp.
Composita aff. globosa KREST. et KARP., 1948
Composita bellula STAINBROOK, 1947
/aff. Cleiothyridina transversa STAINBROOK, 1947
Age : FAMENNIEN Supérieur
- Formation 5 Epaisseur 305 m.
Calcaires biodétritiques noirs avec niveau à silex à la base
Niveau F 9
Centrorhynchus charakensis (BRICE, 1971)
Cyrtospirifer asiaticus (BRICE, 1971)
Age : FAMENNIEN Inférieur
- Niveau F 8
Productella baitalensis REED, 1922
Centrorhynchus sp.
Cyrtospirifer asiaticus (?) BRICE, 1971
Age : FAMENNIEN Inférieur

Niveau F 7
 Productelles
 cf. Centrorhynchus charakensis (BRICE, 1971)
 Age : FAMENNIEN ?

Niveau F 6
Tentaculites sp.

Formation 4 Epaisseur 105 m.
 Grès rouges grossiers à ripple-marks. A la base
 grès quartzitiques lités à stratification entre-
 croisée.
 Pas de faune.

Formation 3 Epaisseur 180 m.
 Marnes et calcaires noirs biodétritiques très
 fossilifères.

Niveau F 5
Tentaculites sp.

Niveau F 4
Steinhagella (?)
Thomasaria aff. gibbosa VANDERCAMMEN, 1956
Cyrtospirifer verneuili echinosus BRICE, 1971
Spinatrypina chitralensis (REED, 1922)
Cyphoterorhynchus koraghensis (REED, 1922)

Age : FRASNIEN

Niveau F 3
Spinatrypina (?) sp.
Crurithyris inflata (?) (SCHNUR, 1853)
"Spirifer" rhukensis (BRICE, 1971)
Terebratulida

Age : GIVETIEN

Formation 2 Epaisseur 115 m.
 Calcaires et dolomies noires en bancs massifs

Niveau F 2
Mesodouvillina birmanica (REED, 1908)
Cupularostrum recticostatum lapparenti (BRICE, 1974)
Spinocyrtia elburzensis (BRICE, 1974)
"Spirifer" rhukensis (BRICE, 1971)
Sulcathyris gastra DURKOOP, 1970
Tentaculites sp.

Age : GIVETIEN INFERIEUR

Formation 1 Epaisseur 108 m.
 Ensemble complexe de grès et conglomérats avec
 intercalations de basalte, de calcaire gris fon-
 cés azoïques, de dolomie et de silts gréseux de
 couleur verte à traces de végétaux.

Niveau F 1

Psilophyton sp.

cf. Dawsonites arcuatus

Age : EIFELIEN probable

Base de la
 formation

Grès multicolores de la Formation de Padeha

Age : DEVONIEN Inférieur

Liste des fossiles du Groupe de Khoshyeilagh

Algues	<u>Trochiliscus</u> sp.
	<u>Umbellina ovata</u> BOZORGNIA
	<u>Umbellina sharudensis</u> BOZORGNIA
Miscellanea	<u>Tentaculites</u> sp.
Brachiopodes	(cf. p.101 à 103)
Crinoïdes	ind.
Ostracodes	<u>Cryptophyllus</u> sp.
Trilobites	<u>Neocalmonia sharudensis</u> PILLET
Bryozoa	<u>Eridotrypella</u> sp.
	<u>Leptotrypa</u> sp.
	<u>Polypora belgebaschensis</u> NEKHOROSHEV
	<u>Rhombopora</u> sp. 1
Rugosa	<u>Zaphrentis</u> sp.

II.9.3 Paléogéographie de l'Elbourz durant le Dévonien

(Fig. II.9. 5page 99)

Plusieurs reconstitutions paléogéographiques du Moyen-Orient et de l'U.R.S.S. ont été proposées ne tenant pas compte des théories mobilistes des continents (RZHONSNITSKAYA, 1967, JOHNSON et BOUCOT, 1973).

Je ne considérerai que la chaîne de l'Elbourz, l'Iran central et oriental ainsi que l'Afghanistan central qui étaient certainement groupés au Dévonien sans discuter de la position de cette masse.

Contrairement à l'Afghanistan, aucun sédiment marin fossilifère n'a été jusqu'ici signalé en Iran au Dévonien inférieur. On rapporte à cette époque le dépôt des grès, les dolomies et du gypse de la Formation de Padeha en milieu souvent lagunaire.

A l'Eifélien, la mer recouvrait une partie de l'Afghanistan et atteignait la région d'Aliabad où cet étage n'est connu que dans la partie N de la chaîne alors qu'au S poussaient encore des Psilophytons. L'Iran central était en partie immergé.

Durant le Givétien la transgression s'accroît encore et seul l'Elbourz central est encore émergé.

Au cours du Dévonien supérieur, une mer souvent peu profonde, épicontinentale recouvre la presque totalité de l'Iran. Quelques hauts fonds, tel la région de Kerman subsistent (GOLSHANI, JANVIER, BRICE et DE LAPPARENT, 1973).

Les niveaux détritiques de la limite Frasnien-Famennien suggèrent de légers mouvements épirogénétiques, mais cependant aucune discordance n'est décelable au sein des couches dévoniennes, ni même à la limite dévono-carbonifère.

Dans la totalité de l'Elbourz la sédimentation se poursuit dans le Carbonifère inférieur sans lacune, ni discordance.

Les couches dévoniennes sont les premières à franchir le barrage que constituait au N le dôme émergé des Schistes de Gorgan.

Une étude détaillée du Dévonien plus à l'E dans l'Elbourz apportera certainement des précisions intéressantes à ce schéma.

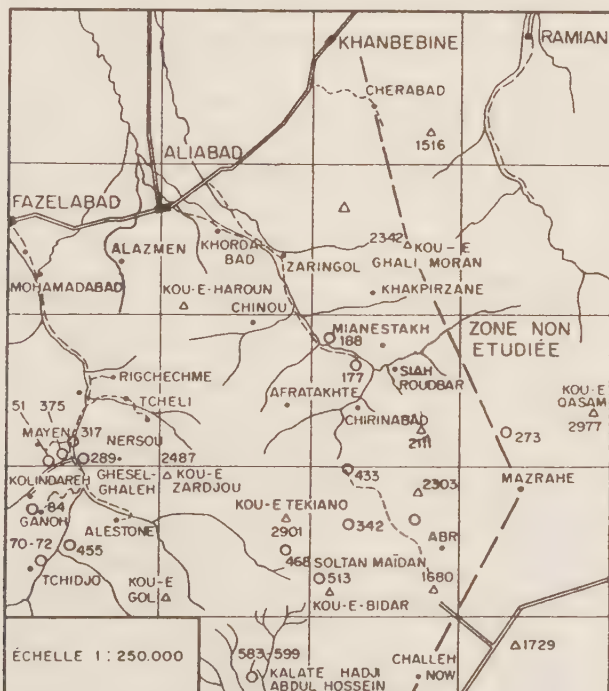


Fig.II.9.4 Situation des gisements de fossiles du Groupe de Khoshyeilagh.

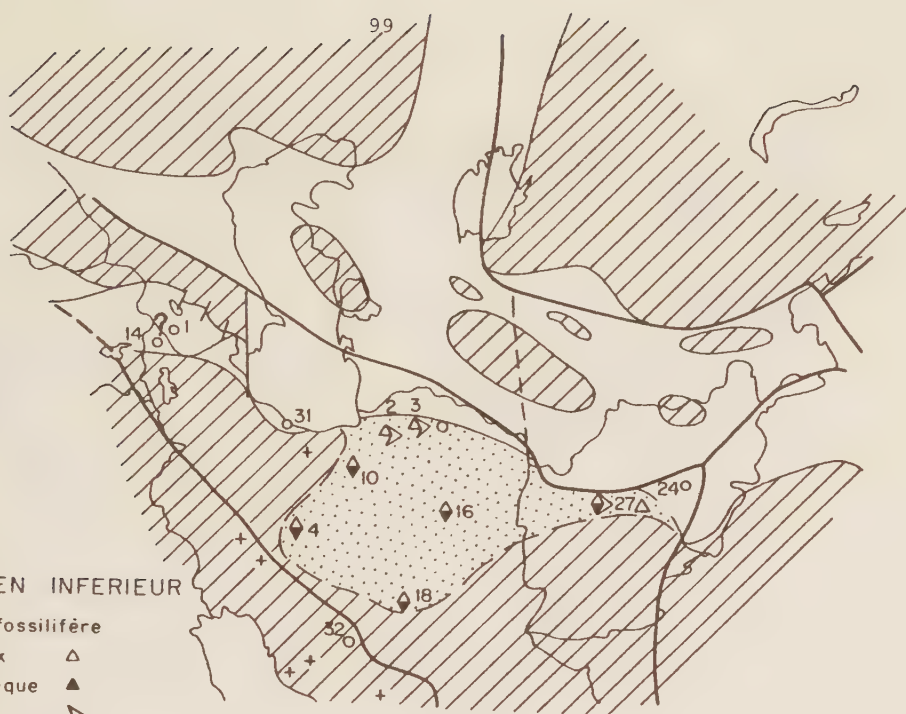
LEGENDE DES FIGURES II.9.5 A,B,C,D

1	SARDARAK	- Structure géologique de l'URSS
2	REGION ETUDIEE	
3	ROBAT e GHARABIL	- BRICE et al. 1973
4	SOH	- ZAHEDI, 1973
5	MASHHAD	- BOZORGNIA, 1973 et BONNARD, 1944
6	ROBAT e PAI	- BRICE, COLLEAU, DE LAPPARENT, 1969
7	BIDU	- GOLSHANI et al. ,1972
8	MASULEH	- DAVIES et al., 1972
9	GEIRUD	- ASSERETO, 1963
10	DJAM	- ALAVI, 1972
11	ISPAHAN	- DJAFARIAN et BRICE, 1973
12	TABAS	- STÖCKLIN et al., 1965
13	HOOTK	- GOLSHANI, JANVIER, BRICE, DE LAPPARENT, 1972
14	MAKU	- ALAVI et BOLOURCHI, 1973
15	DAMGHAN	- BOZORGNIA, 1973
16	SHIRGESHT	- RUTTNER et al, 1968
17	SEMNAN	- BOZORGNIA, 1973
18	DORA e SHAH DAD	- HUCKRIEDE et al, 1962
19	ZONUZ	- RIEBEN, 1934
20	BAFQ	- HUCKRIEDE et al, 1962
21	RABAND	- COOPER REED, 1912
22	SHAHRUD	- STAHL 1911
23	CHATKAL	- Structure géologique de l'URSS
24	HAZARRADJAT	- DESPARMET, MONTENAT, 1972
25	CHITRAL	- COOPER REED, 1912 et GAETANI, 1967
26	RAVAR	- HUCKRIEDE et al, 1962
27	GHUK	- BRICE, DE LAPPARENT, 1969
28	DASHT i NAWAR	- DE LAPPARENT, TERMIER H. & G.1970

Δ- continental 0 = Marin

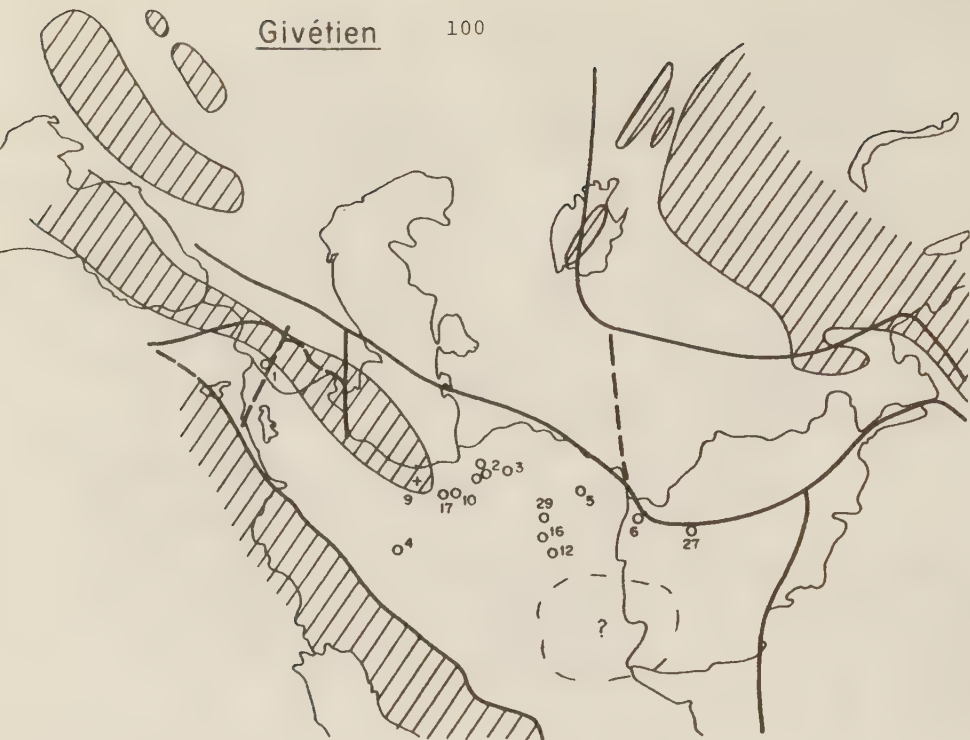
Zones achurées inclinées = Terres émergées

Zones achurées horizon-
talement = Régions non considérées



Eifélien / Givétien





amennien



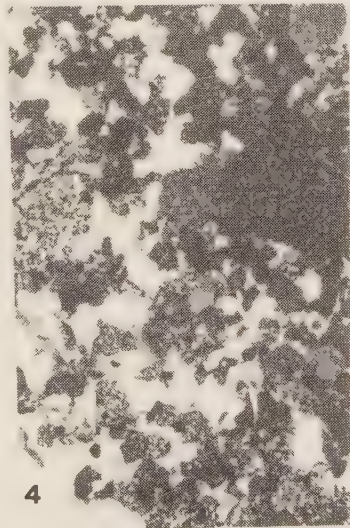
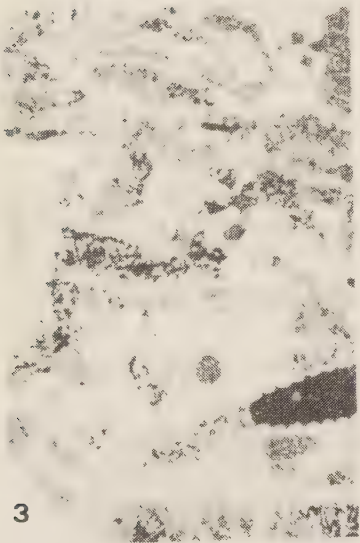
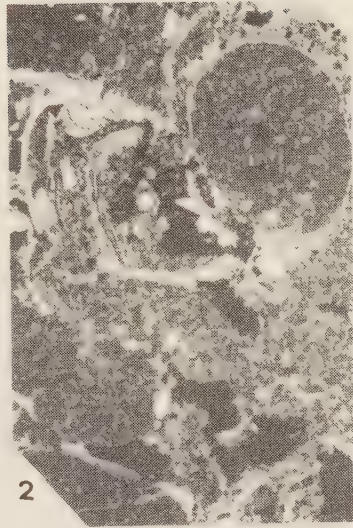
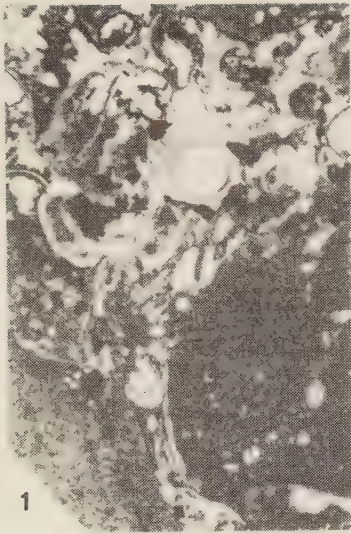
- Marin
- △ Continental (grès)
- + Absent

PLANCHE 6

GROUPE DE KHOSHYEILAGH

- Photos 1 et 2 Biomicrite turbée à serpules
 Algue : Umbellina ovata BOZORGNIA
 Ostracode : Cryptophyllus sp.
 Provenance : Famennien inférieur de la
 Coupe de Kalate Hadji Abdul Hossein
 (Lame JJ 592)
- Photo 3 Biomicrite partiellement recristallisée et
 dolomitisée
 Contenant : débris de trilobites
 Valves de brachiopodes ponctués
 Valves de brachiopodes imponctués
 Divers : Tentaculites sp.
 Ostracodes : Cryptophyllus sp.
 Algue : Trochiliscus sp.
 Provenance : Givétien (Lame JJ424)
 Coupe-type, col de Khoshyeilagh
- Photo 4 Arénite lithique à silicification secondaire
 Eléments : Quartz souvent bien arrondis
 Cherts fréquents
 Eruptifs à structure spillitique
 Minéraux opaques
 Calcite sparitique rare
 Eléments de sphènes et de zircons
 Provenance : Base de la Formation 1 du Groupe de
 Khoshyeilagh à Kalate Hadji Abdul
 Hossein (Lame JJ540).

L'échelle représente 0,5 mm.



Permien	super.	Pamirien	(Djoulfien) (Tatarien)	
		Murghabien	(KAZANIEN)	
		Kubergandien	(Darvazien)	
	Artinskien			
	Sakmarien	STERLITAMAKSK TASTUBSK		
	infer.	Asselien	s.l.	
Carbonifère	super.	Gzelien	(Ouralien)	
		Kasimovien		
	moyen	Moscovien	MYATCHKOVIE PODOLSKIEN KACHIRIEN VEREYEN	
		Bashkirien	SUPÉRIEUR = W INFÉRIEUR = Nb+c	
	infer.	Serpukhovien	Na	H E
		Viséen	V3	
			V2	
			V1	
	Tournaisien	Tn3		
		Tn2		
Tn1				
Dévonien	super.	Famennien	Zone d'Etrœungt	
		Frasnien		
	moyen	Givétien		
		Eifélien	(Couvinien)	

La figure II.10.1 (ci-dessus) montre l'échelle stratigraphique utilisée. Celle-ci s'inspire largement des travaux d'auteurs soviétiques concernant le Pamir et la plate-forme russe.

Le Congrès du Carbonifère de Moscou 1975 a proposé l'usage du Serpukhovien en lieu et place du Namurien A, le Namurien B et C constituant dès lors le Bashkirien inférieur. C'est dans ce sens que ce dernier étage est utilisé ici.

II.10.1 Généralités sur le Carbonifère inférieur

La Formation de Mobarak a été créée par ASSERETO (1963) pour grouper une épaisse série de calcaire et marnes noirs d'âge carbonifère inférieur dans l'Elbourz central. L'étude de brachiopodes a démontré la présence du Viséen dans la coupe-type. Ce nom de formation a été largement utilisé depuis, cependant F. BOZORGNIA (1973) qui a étudié la microfau-ne, a montré que dans l'Elbourz central la Formation de Mobarak débutait au Tournaisien. Les couches permienes transgressent à des niveaux différents sur les couches carbonifères. Le Namurien inférieur est l'étage carbonifère le plus élevé rencontré dans l'Elbourz central. F. BOZORGNIA (1973) a signalé ce fait à Dozdehband, 30 km au S de Chalus et a proposé le nom de Formation de Dozdehband pour les niveaux namuriens, en raison des différences de lithologie avec la Formation de Mobarak, sans toutefois présenter de coupe-type.

La découverte dans l'Elbourz oriental (Fig. II.11.1 page 120) d'une série carbonifère incomparablement mieux développée que celle de l'Elbourz central m'a conduit à introduire la Formation de Gheselghaleh, d'âge serpukhovien (=namurien A), bashkirien, moscovien. Elle s'étend probablement même dans le Carbonifère supérieur (cf. chapitre II.11).

La coupe-type est située dans la vallée de Fazelabad.

"La Formation de Dozdehband" ne peut être reconnue car elle n'est pas définie par une coupe-type. Elle est probablement comprise dans le Membre 1 de la Formation de Gheselghaleh définie dans ce travail. Cette dernière est bien caractérisée lithologiquement par des shales, des grès et des calcaires

détritiques. La Formation de Mobarak sous-jacente doit être maintenue pour les calcaires fins et marnes noires d'âge viséen que l'on rencontre dans tout l'Elbourz.

II.10.2 La Formation de Mobarak (Carbonifère inférieur) dans la région étudiée

La Formation de Mobarak affleure largement sur la superficie cartographiée. Aucune différence lithologique majeure ne la distingue de la coupe-type de l'Elbourz central. Dans l'Elbourz oriental le passage du Dévonien au Carbonifère est continu, et l'on observe la présence des couches d'Etroeungt. La Formation de Mobarak comprend dans l'Elbourz oriental 2 Membres : le membre sommital constitué d'une alternance de marnes et de calcaires noirs et le membre inférieur calcaire. Un âge viséen inférieur (VIa) à supérieur (V3c) est prouvé par les brachiopodes et les foraminifères de la Formation de Mobarak.

Sous cette formation j'ai observé des marnes noires à brachiopodes tournaisiens. A mon sens, ces marnes sont à rattacher à la Formation 6 du Groupe de Khoshyeilagh, car sur le terrain, sans fossiles, rien ne permet de séparer les marnes dévoniennes et carbonifères.

La Formation de Mobarak a été relevée sur les flancs du Kou-e-Zardjou face au village d'Alestone. La formation mesure 260 m à cet endroit. Le Membre calcaire inférieur atteint 60 m contre 200 m pour le membre marneux supérieur. Une analyse palynologique effectuée sur des échantillons marneux provenant de cette coupe s'est avérée infructueuse.

A Kalate Hadji Abdul Hossein (Annexe 4) cette formation se développe sur 610 m. Le membre inférieur, épais de 300 m est constitué de calcaires micritiques noirs en bancs décimétriques avec des joints marneux noirs. Le membre supérieur est formé par 310 m de marnes grises à noires avec des passées de calcaires foncés "en miches". La coupe n'a fourni aucun macrofossile.

Morphologiquement ce dernier membre produit dans le relief une zone déprimée contrastant avec la falaise du membre calcaire inférieur.

Au-dessus des derniers bancs marneux de la Formation de Mobarak apparaissent des bancs de grès ou de calcaires gréseux appartenant à la base de la Formation de Gheselghaleh.

La limite entre les Formations de Mobarak et de Gheselghaleh coïncide avec le passage viséen-serpukhovien à Kalate Hadji Abdul Hossein ainsi que dans la partie méridionale de la chaîne. Dans la partie N, à l'E de mon territoire d'étude, la limite supérieure de la Formation de Mobarak tombe dans le Viséen moyen (V_2) (STAMPFLI, 1977)

La Formation de Mobarak, intensément plissée, se présente souvent en affleurement isolé dans les forêts du N de l'Elbourz.

DESCRIPTION DE LA FORMATION DE MOBARAK A ALESTONE

(Fig. II.10.2, page 111))

Contact supérieur : Grès et calcaire gréseux de la
Formation de Gheselghaleh

Membre 2

JJ 400 Mudstone calcaire à rares ostracodes et minéraux
opaques

JJ 399 Mudstone argilo-calcaire à niveaux organo-
détritique
Foraminifère : Eotuberitina reitlingerae

JJ 398 Marnes grises

JJ 397 Grainstone calcaire à foraminifères et ankérite
Foraminifères : Archaeodiscus convexus
Archaeodiscus karreri
Archaeodiscus krestovnikovi
Ealandia vulgaris
Endothyranopsis sp.
Foschiella sp.
Loeblichia sp.

Ostracodes : ind.

Echinodermes : Frag.

Age : Viséen supérieur (V3c)

JJ 396 Mudstone calcaire à ostracodes

JJ 395 Mudstone calcaire à ostracodes et
Wackestone calcaire biodétritique
Foraminifères : Endothyra similis
Endothyra convexus
Endothyra obsoleta
Janichevskina sp.
Earlandia vulgaris
Earlandia minor
Eotuberitina sp.

Age : Viséen supérieur (V3)

Base : Pas exposée.

MICROFAUNE DE LA FORMATION DE MOBARAK

Algues Konickopora tenuiramosa
Kamaena tenuiseptata

Brachiopodes cf liste p. 115

Bryozoaires ind.

Coraux rugosa ind.

Crinoïdes ind.

Foraminifères cf annexe 5

Trilobites Encrinurus ?

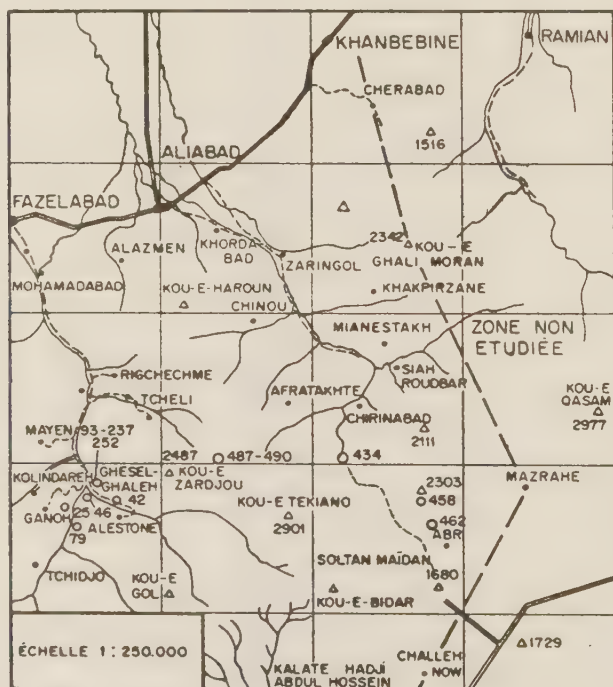


Fig.II.10.3 Situation des gisements de fossiles de la Formation de Mobarak.



Fig. II.10.4 Plis de type "Drag folds" dans les calcaires de la Formation de Mobarak. (En amont du village d'Alestone sous le Kou-e-Gol).

COUPE DE KALATE HADJI ABDUL HOSSEIN

Annexe 4

Contact supérieur

- JJ 610 Grès quartzitique rouge à ciment ferrugineux
- Membre 2 Epaisseur 310 m
- JJ 609 Mudstone calcaire à oxydes de fer et ostracodes
- JJ 606 à Wackestone calcaire à radiolaires et ostracodes
608 minéraux argileux et oxydes de fer
 Foraminifère : Endothyra sp.
- Membre 1 Epaisseur 300 m
- JJ 604 et Mudstone calcaire à pellets et
605 radiolaires
- JJ 603 et Packstone calcaire biodétritique à oxydes de fer
602 Algues : Kamaena tenuiseptata
 Trilobites : fragments
 Ostracodes : ind.
 Foraminifères : Endothyra laxa
 Endothyra recta
 Lysella schubertelloides
 "Glomospirella" pseudopulchra
 Dainella chomatica
 Archaesphaera sp.
Age : Viséen inférieur (Vla)

Contact inférieur

Groupe de Khoshyeilagh Formation 6
Age : Tournaisien

BRACHIOPODA	24	25	42	46	79	93	252	434	458	462	463	487	490	237
<i>Antiquatonia antiquata</i> (J.Sow,1821)	○													
<i>Athyris lamellosa</i> Léveillé		○												
" <i>Athyris</i> " sp.														○
<i>Dictyoclostus costatus</i> (J.Sow,1827)						○								
<i>Echinoconchus punctatus</i> (J.Sow,1922)	○	○				○								
<i>Gigantoproductus</i> sp.						○								
<i>Gigantoproductidae</i> ind			○											
<i>Leptagonia</i> sp.														
<i>Neospirifer fascicostatus</i> (Menchikof)	○	○	○	○	○		○	○		○		○	○	
<i>Orthotetes</i> (?) sp.														
<i>Productidae</i>						○								
? <i>Pustula</i> sp.		○												
<i>Rhipidomella michelini</i> (Léveillé,1835)										○				
<i>Rhipidomella</i> sp.			○											
<i>Rotaila</i> sp. e.g. <i>sibirica</i> (Rotai,1938)						○						○		
<i>Strophomenidae</i>			○											
<i>Schizophoria</i> cf. <i>resupinata</i> (?)														
<i>Dictyoclostus</i> sp. e.g. <i>rosenovae</i> Sarytcheva														
" <i>Leptaena</i> " sp.		○												○
<i>Pustula</i> cf. <i>altaica</i> Tolmachoff									○					
<i>Schizophoria</i> sp.		○	○	○			○		○	○				
" <i>Spirifer</i> " sp. e.g. <i>striatus</i> Martin,1809					○									
<i>Spirifer subgrandis</i> Rotai									○					
<i>Stegacanthia sibirica</i> Ben.,Bez.,Sar.,Sok.,1962											○			
<i>Stegacanthia</i> sp.														
<i>Dictyoclostus</i> sp.										○		○		

Liste des Brachiopodes de la Formation de Mobarak.

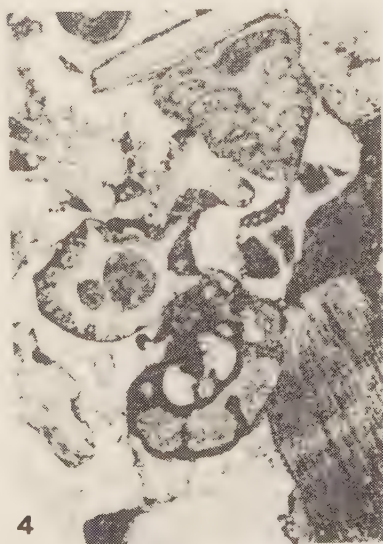
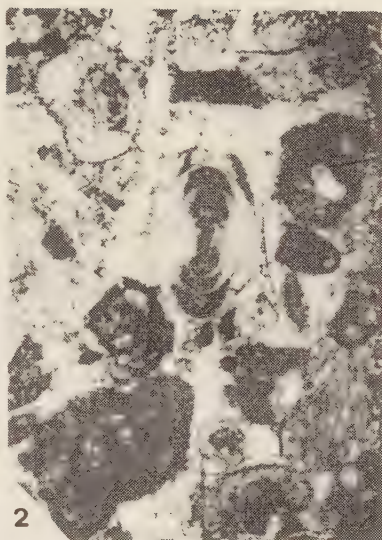
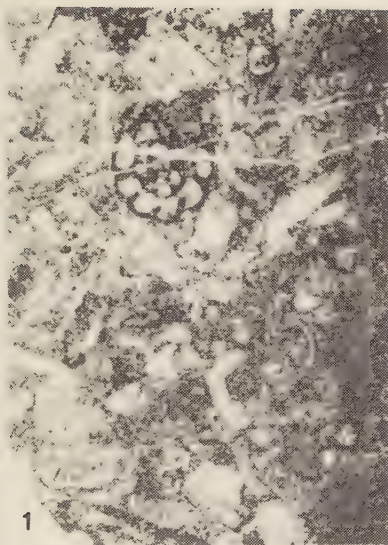
Tab. II.10.5

PLANCHE 7

FORMATION DE MOBARAK

- Photo 1 Echantillon JJ 602
 Provenance : Coupe de Kalate Hadji Abdul Hossein
 Age : Viséen inférieur (V1a)
 Packstone à algues et foraminifères
 Foraminifères : Endothyra striata
 Dainella chomatica
 Lysella sp.
 Algues : Kamaena sp.
- Photo 2 Echantillon JJ 457
 Provenance : N d'Abr
 Age : Viséen moyen (V2a)
 Grainstone à Foraminifères
 Permodiscus inflatus CONIL et LYS
- Photo 3 & 4 Echantillon JJ 46
 Provenance: Environs de Gheselghaleh
 Age : Viséen supérieur (V3)
 Grainstone calcaire à foraminifères et
 bryozoaires.
 Howchinia gibba (photo 3)
 Tetrataxis paraminimus (photo 4)
 Endothyra sp.

L'échelle représente 0,5 mm





II.11 La Formation de Gheselghaleh (Carbonifère moyen et supérieur)

II.11.1 Généralités

La présence d'assises du Carbonifère moyen et supérieur (Fig. II.11.1 page 120) a longtemps été contestée dans tout l'Iran.

STOCKLIN et al (1965) ont décrit dans la région de Tabas, Iran oriental, la Formation de Sardar de lithologie argileuse et calcaire. STEPANOV (1967) en a étudié la macrofaune et a conclu que la base (Sardar 1) s'étend du Viséen au Serpukhovien inférieur alors que le membre supérieur (Sardar 2) était d'âge pennsylvanien inférieur (Bashkirien). Ce dernier a été daté par Gastrioceras (Brannoceras) cf. branneri Smith.

Les coraux et brachiopodes provenant des derniers bancs de la formation indiquent le Permien inférieur. Le passage du Carbonifère au Permien est dans cette région probablement continu mais en partie continental.

Une lithologie proche de celle de la Formation de Sardar a été signalée par TARAZ (1974), à Abadeh, Iran central. A cet endroit, aucun macrofossile ne précise l'âge des grès et calcaires situés entre le Carbonifère inférieur et les calcaires du Permien inférieur. Cette unité a été appelée "Sandstone Group" par cet auteur (Fig. II.11.1 page 120).

Dans l'Elbourz central, il existe toujours une lacune importante entre le Carbonifère inférieur représenté par la Formation de Mobarak et les calcaires du Permien inférieur à algues et Pseudoschwagerina de la Formation de Dorud (Assélien).

L'étage carbonifère le plus haut signalé jusqu'ici dans

Fig. II.11.1 Corrélation des unités lithologiques du Carbonifère en Iran.

			Elbourz central		Elbourz oriental		IRAN CENTRAL	IRAN ORIENTAL
			Dozdehband	Mobarak	Gheselghaleh	Khoshyeilagh	Abadeh	Shotori
CARBONIFÈRE	Permian	Infer.	SAKMARIEN	F. de Dorud	F. de Dorud	F. de Dorud	F. de Dorud	F. de Jamal
			ASSELIEN	calc + grès F.	calc + grès F.	calc. + dolomie F.	calc + grès F.	
	Moyen	Super.	GZELIEN					
			KASSIMOVIIEN					
		MOSCOVIEEN	MIATCHKOVIIEN					
			PODOLSKIEN					
			KACHIRIEN					
			VEREYEN					
		BASHKIRIEN						
	Inférieur	SERPUKHOVIEEN	F. Dozdehdand					
		WISEEN	F. de Mobarak	F. de Mobarak	F. Calc + marnes	F. Calc + marnes		
		TOURNAISIEN	calc + marnes	calc + marnes	F. de Mobarak	F. de Mobarak		

Légende : F = fossiles En hachuré : lacune Traitillé = limite imprécise.

l'Elbourz central est le "Namurien inférieur" à Dozdehband (AHMADZADEH, 1971 et F. BOZORGNIA, 1973) (cf p. 120).

II.11.2 El b o u r z o r i e n t a l

Dans l'Elbourz oriental j'ai découvert entre la Formation de Mobarak et de Dorud une nouvelle unité lithologique constituée par 242 m de grès, de marnes et de calcaires gréseux.

Ces couches constituent une nouvelle unité lithologique, la Formation de Gheselghaleh. J'ai subdivisé la Formation en 3 membres (1 à 3).

L'étude micropaléontologique a démontré la présence de sédiments attribuables au Serpukhovien, Bashkirien et Moscovien.

Il est probable que le Membre 3 s'étende dans le Carbonifère supérieur.

La présence de sédiments moscoviens avait déjà été mise en évidence par F. BOZORGNIA (1973) lorsque celui-ci avait repris l'étude d'échantillons prélevés par H. HUBER dans un affleurement isolé de la région de Shahpasand (35 km à l'E d'Aliabad). Celui-ci avait reconnu:

Fusulinella sp.

Ozawainella sp.

Pseudostaffella sp.

Bradyina sp.

II.11.3 Coupe - type de la Formation de Gheselghaleh

Origine du nom :

Lieu-dit situé 500 m au NW de la base de la coupe-type.

Situation géographique :

(Fig. II.11.4 et 5 pages)

La coupe affleure sur les flancs du Siah Riz dans la vallée de Fazelabad, 20 km en amont de cette ville, à l'embranchement des routes d'Alestone et de Ganoh.

Accès :

De Fazelabad (35 km à l'E de Gorgan, 10 km à l'W d'Aliabad) une route praticable pour les véhicules tous terrains à Gheselghaleh d'où la coupe est accessible à pied en quelques minutes.

Coordonnées de la base de la coupe :

Longitude Est	54° 48'
Latitude Nord	36° 42'
Altitude	1250 m.

Age de la Formation

Membre 1: Serpukhovien-Bashkirien

Membre 2: Moscovien

Membre 3: Carbonifère supérieur probable

Description pétrographique et microfaune de la
coupe-type de la Formation de Gheselghaleh

Contact supérieur: marnes et calcaires blancs massifs à
onchoïdes de la Formation de Dorud (Assélien inférieur
à moyen)

Membre 3 Age: Carbonifère supérieur probable

CD88 Packstone calcaire partiellement dolomitisé peu
gréseux (biomicrite) à fragments de bryozoaires
brachiopodes, crinoïdes et rares ostracodes.

Microfaune: Globivalvulina sp.

Deckerella sp.

Hemigordius sp.

Calcitornella sp.

CD89 Wackestone calcaire peu gréseux à extraclastes ooli-
tiques et fossilifères. Fragments de bryozoaires, gas-
téropodes et crinoïdes.

Microfaune: Hemigordius sp.

Schubertellidae

CD90 Wackestone calcaire très gréseux à quartz anguleux,
/91 minéraux opaques rares, fragments de crinoïdes.

Microfaune: Hemigordius sp.

Globivalvulina sp.

CD92 Packstone calcaire partiellement recristallisé
à crinoïdes nombreux, peu gréseux, peu oolitique, à
bryozoaires et ostracodes. Fragments de Schubertella sp.

CD93 Wackestone calcaro-phosphaté, gréseux à extraclastes foss.
(Extrabiomicrite). Stylolites de tension. Fragments
de bryozoaires, échinodermes et ostracodes.

Microfaune: Calcitornella sp.

Permodiscus sp.

Paleonubecularia uniserialis

CD94 Grainstone argileux biodétritique peu oxydé (biosparite)
Fragments de bryozoaires, brachiopodes et échinodermes.

Microfaune: Deckerella sp.

Eostaffella acuta

Globivalvulina sp.

Ozawainella sp.

Schubertella myatchkovensis?

CD95 Grainstone détritique phosphaté peu oolitique, traces d'
oxydation (Extraobiosparite). Fragments de bryozoaires
brachiopodes et échinodermes.

Microfaune: Hemigordius sp.

Schubertellidae

CD97 Quartzwacke à matrice phosphatée, glauconie.

- CD98 Grainstone phosphaté oolitique et peu détritique
(Oobiosparite). Fragments de bryozoaires, brachiopodes.
Microfaune: Calcitornella sp.
Eostaffella acuta
Ozawainella sp.
Schubertella giraudi
Paleonubecularia uniserialis
Algues: Epimastopora sp.
- CD99 Grainstone calcaire peu détritique à sphérulites
phosphatés. Le nucleus est souvent un microorganisme.
(oobiosparite). Fragments de bryozoaires, échinodermes
et brachiopodes.
Microfaune: Eotuberitina reitlingerae
Globivalvulina ?
Hemigordius sp.
Paleonubecularia sp.
- CD100 Quartzwacke fin à ciment calcaire et glauconieux.
- CD101 Packstone argileux, détritique, très diaclasé (biomicrite)
Fragments de brachiopodes, ostracodes.
Microfaune: Globivalvulina sp.
Lasiodiscus sp. tenuis?
Paleonubecularia sp.
- CD102 Mudstone calcaire peu argileux à diaclasses et stylolites
(Biomicrite). Ostracodes peu abondants.
Microfaune: Calcitornella sp.
Eotuberitina sp.
- CD103/104/105 Quartzwacke fin à matrice phosphatée, glauconie.
Traces d'oxydation.
- CD106 Quartzwacke à matrice calcaire, oxydation.
- CD107 Quartzwacke à matrice calcaire. Éléments phosphatés.
- CD108 Quartzwacke à matrice phosphatée, rares cristaux de dolomie, fragments de brachiopodes, échinides et bryozoaires.
- Membre 2 Age: Moscovien
- CD109 Grainstone calcaire partiellement dolomitisée. Oxydation.
Débris phosphatés. Fragments de bryozoaires, brachiopodes
ostracodes et crinoïdes.
Microfaune: Calcitornella sp.
Eostaffella acuta
Eotuberitina reitlingerae
Endothyra mosquensis
Fusulinella gr. bocki
Globivalvulina mosquensis
Pseudostaffella gr. gorskyi ou formosa
Schubertella myatchkovensis
Syzrania bella
Algues: Komia abondans
Age: Myatchkovien supérieur(?)

CD110 Grainstone calcaire biodétritique à débris phosphatés. (biomicrosparite). Fragments de bryozoaires, échinodermes gastéropodes et brachiopodes.

Microfaune: Ammodiscus gigas ou Brunsellia sp.

Calcitornella sp.

Endothyra eostaffelloïdes ?

Fusulinella sp.

Fusiella typica ?

Paleonubecularia sp.

Pseudostaffella sp. (juvenarium)

Schubertella sp. (juvenarium)

Age: Myatchkovien ? Moscovien supérieur.

CD111 Grainstone détritique à débris phosphatés. 15% de quartz. Veinules calcaires (biomicrosparite). Fragments d'échinodermes et Bryozoaires.

CD112 Grainstone calcaire en voie de dolomitisation. Sidérite. (biomicrosparite). Fragments de brachiopodes, trilobites, échinodermes et bryozoaires.

Microfaune: Bradyina lipida

Climacammina moelleri

Endothyra mosquensis

Hemifusulina aff. bocki

Fusiella lancetiformis

Fusulinella gr. bocki

Ozawainella sp.

Pseudostaffella gr. gorskyi?

Schubertella obscura

Tetrataxis paraconica

Age: Moscovien supérieur, Myatchkovien possible.

CD113 Wackestone calcaire détritique, 10% quartz, (biomicrite)

Microfaune: Hemigordius sp. (juvenarium)

Schubertella obscura

CD114/115/116/117 Quartzwacke à matrice calcaro-argileuse. Débris de glauconie et brachiopodes.

CD118 Wackestone calcaire à niveaux gréseux, débris d'ostracodes (biomicrite).

CD119 Wackestone calcaro-argileux, détritique.

CD120 Packstone calcaro-argileux à 25% de quartz et fragments de brachiopodes, bryozoaires, échinodermes, trilobites et ostracodes (biomicrite).

Microfaune: Deckerella sp.

Ozawainella pararhomboïdalis

Pseudoendothyra sp.

Tetrataxis parviconica

- planolocula

Age: Moscovien s.l.

CD121 Mudstone calcaire dolomitisée, 2% de quartz (micrite).

- CD122 Grainstone phosphaté contenant 10% de quartz.
Fragments de bryozoaires, brachiopodes et échinodermes
(Biosparite)
- CD123/124 Quartzwacke à matrice argilo-calcaire. Débris phosphatés. Fragments de brachiopodes et bryozoaires.
- CD125 Mudstone argileux (Micrite)
- CD127/128 Quartzwacke à matrice calcaro-argileuse.
- CD128 Quartzwacke à matrice calcaro-argileuse oxydée.
Fragments de trilobites, brachiopodes, bryozoaires et crinoïdes.
Microfaune: Deckerella sp.
Endothyra mosquensis
Ozawainella sp.
- CD129 Packstone argileux contenant 20% de quartz, (biomicrite).
Fragments de bryozoaires, brachiopodes et échinodermes.
Microfaune: Deckerella sp.
Pseudostaffella sp.
Ozawainella sp.
- CD130 Grainstone calcaire localement dolomitisé, peu phosphaté avec 2% de quartz. Fragments de bryozoaires, brachiopodes échinodermes et algues, (biosparite)
Microfaune: Globivalvulina moderata
Hemigordius sp.
Ozawainella sp.
Profusulinella sp.
Schubertella obscura
Age: Moscovien supérieur, Podolskien
- CD131 Quartzwacke à matrice argilo-calcaire légèrement phosphatée et oxydée.
- CD132 Packstone argilo-phosphaté (biomicrite). Fragments d'ostracodes et de gastéropodes.
Microfaune: Calcitornella sp.
Ozawainella sp.
Paleonubecularia sp.
Algues: Eugonophyllum sp.
- CD134 Grainstone calcaire contenant 2% de quartz, partiellement dolomitisé (biosparite). Fragment de mollusques brachiopodes, crinoïdes et bryozoaires.
- CD135 Packstone à ankérite contenant 5% de quartz (biosparite).
Fragments de brachiopodes, crinoïdes, bryozoaires et ostracodes.
Microfaune: Deckerella sp.
Ozawainella sp.
Profusulinella sp.
Pseudostaffella sp.
Age: Moscovien s.l.

CD136/137/138 Quartzwacke à matrice argilo-calcaire. Rares éléments glauconieux, silixites.

CD139' Grainstone calcaire en voie de dolomitisation, oxydée. Phosphatée et tectonisée (biomicrosparite). Fragments de coraux (rugosa), brachiopodes, échinodermes, ostracodes. Microfaune: Endothyra mosquensis
Ozawainella sp.
Age: Moscovien s.l.

CD139 cf. CD136

CD140/141 Quartzwacke à matrice calcaire oxydée. Fragments de silixites, bryozoaires et ostracodes. Diaclasses calcitiques.

CD142 Grainstone calcaro-argileux partiellement dolomitisé à extraclastes. Débris fossilifères épigénisés par du fer (biomicrosparite). Fragments de trilobites, mollusques, brachiopodes, crinoïdes et bryozoaires. Microfaune: Eostaffella sp.
Tetrataxis sp.

CD143/144 Quartzwacke à matrice calcaire. Éléments anguleux. Silixites.

CD145/146 Packstone calcaire peu phosphatée, localement dolomitisée. 2% de quartz (extrabiosparite). Fragments de brachiopodes, bryozoaires, crinoïdes, coraux (rugosa). Microfaune: Endothyra sp.
Endostaffella sp.
Eolasiiodiscus sp.
Eotuberitina sp.
Climacammina sp.
Globivalvulina sp.
Novella sp.
Pseudostaffella gr. ozawai
Schubertella sp.
Tetrataxis sp.
Age: Moscovien

CD147 Grainstone dolomitique(?) détritique (biosparite). Fragments abondants de bryozoaires, brachiopodes, crinoïdes et coraux (rugosa). Microfaune: Pseudostaffella gr. sphaeroidea ?
Age: Moscovien

CD148 Packstone calcaro-argileux recristallisé contenant 2% de quartz. Diaclasses partiellement dolomitisées. (Biomicrorite) Fragments de brachiopodes ponctués, crinoïdes et bryozoaires. Microfaune: Bradyina nana
- concinna
Deckerella sp. aff. gracilis
Endothyra bowmani
Globivalvulina granulosa
Millerella elegantula
Ozawainella pararhomboïdalis
- umbonata
- angulata

Profusulinella prisca- ovataTetrataxis sp.

Age: Moscovien inférieur, Kachirien (?)

CD149 Packstone calcaire recristallisé (biomicrite) à fragments de brachiopodes et crinoïdes.

Microfaune: Cacitornella spDeckerella gracilisEndothyra bowmani- bashkiricaGlobivalvulina scaphoideaGlomospira subquadrataEostaffella acutaOzawainella sp.Pseudoendothyra spPaleonubecularia uniserialisProfusulinella sp.

Age: Moscovien inférieur, Kachirien (?)

Membre 1 Age: Serpukhovien et Bashkirien

JJ246' Grainstone calcaire (intrabiosparite) à crinoïdes.

Microfaune: Asteroarchaediscus postrugosus- gregariiClimacammina sp.Archaediscus convexusEndothyra gr. bowmaniEotuberitina sp.Eostaffella pseudostruveiEndostaffella sp.Globivalvulina moderataGlomospira subquadrataAge: NA(H) ou NB(R₁)CD82 Packstone calcaro-argileuse oxydée par endroit (biomicrite)
Joints stylolitiques. Fragments de crinoïdes et de grands ostracodes.Microfaune: Asteroarchaediscus sp.- postrugosusClimacammina adjutor ?Eosigmoïlina sp.Eotuberitina reitlingeraeEostaffella pseudostruveiGlobivalvulina moderataAge: NAH ou NB(R₁)

JJ245 Packstone calcaire contenant de la glauconie et 5% de quartz, stylolites de tension (biomicrite). Fragments de crinoïdes, brachiopodes et bryozoaires abondants, rares trilobites.

Microfaune: Archaediscus gr. krestovnikovi- gr. compressusEostaffella sp.Endostaffella sp.Endothyra sp.- bowmaniAge: NA s.l. - bashkirica

JJ244 Packstone calcaire biodétritique avec 30% de quartz, glauconie peu abondante (biomicrite). Fragments de bryozoaires, crinoïdes et brachiopodes.

Microfaune: Archaeodiscus convexus

- krestovnikovi

- karreri

Earlandia vulgaris

Endothyra bowmani

- bashkiricus

Endostaffella efremovi

Globivalvulina moderata

Tetrataxis sp.

Tubispiroïdes curnuspiroïdes

Age: NA (H)

CD80 Packstone calcaro-argileux contenant 5% de quartz (oobiomicrite) et des sphérulites. Fragments de brachiopodes et bryozoaires.

Microfaune: Asteroarchaediscus rugosus

- postrugosus

Archaediscus gr. krestovnikovi

Endothyra bowmani

Endostaffella convexus

Eostaffella pseudostruvei

- chomatifera

Earlandia vulgaris

Forschia sp.?

Globivalvulina moderata

- scaphoïdea

Glomospira aff. subquadrata

Tetrataxis sp.

Endostaffella efremovi

Age: NA (H)

JJ243 cf. CD80

CD79 Grainstone calcaire contenant 5% de quartz (biosparite). Fragments de bryozoaires, brachiopodes

Microfaune: Archaeosphaera ?

JJ242/241 Packstone argilo-calcaire détritique (20% de quartz) peu glauconieux. Fragments de bryozoaires, brachiopodes et mollusques.

Microfaune: Archaediscus karreri

Omphalotis minima

Tubispiroïdes cornuspiroïdes

Age: V3 à Serpukhovien

Contact inférieur: Marnes noires et calcaires marneux à brachiopodes d'âge viséen de la Formation de Mobarak.

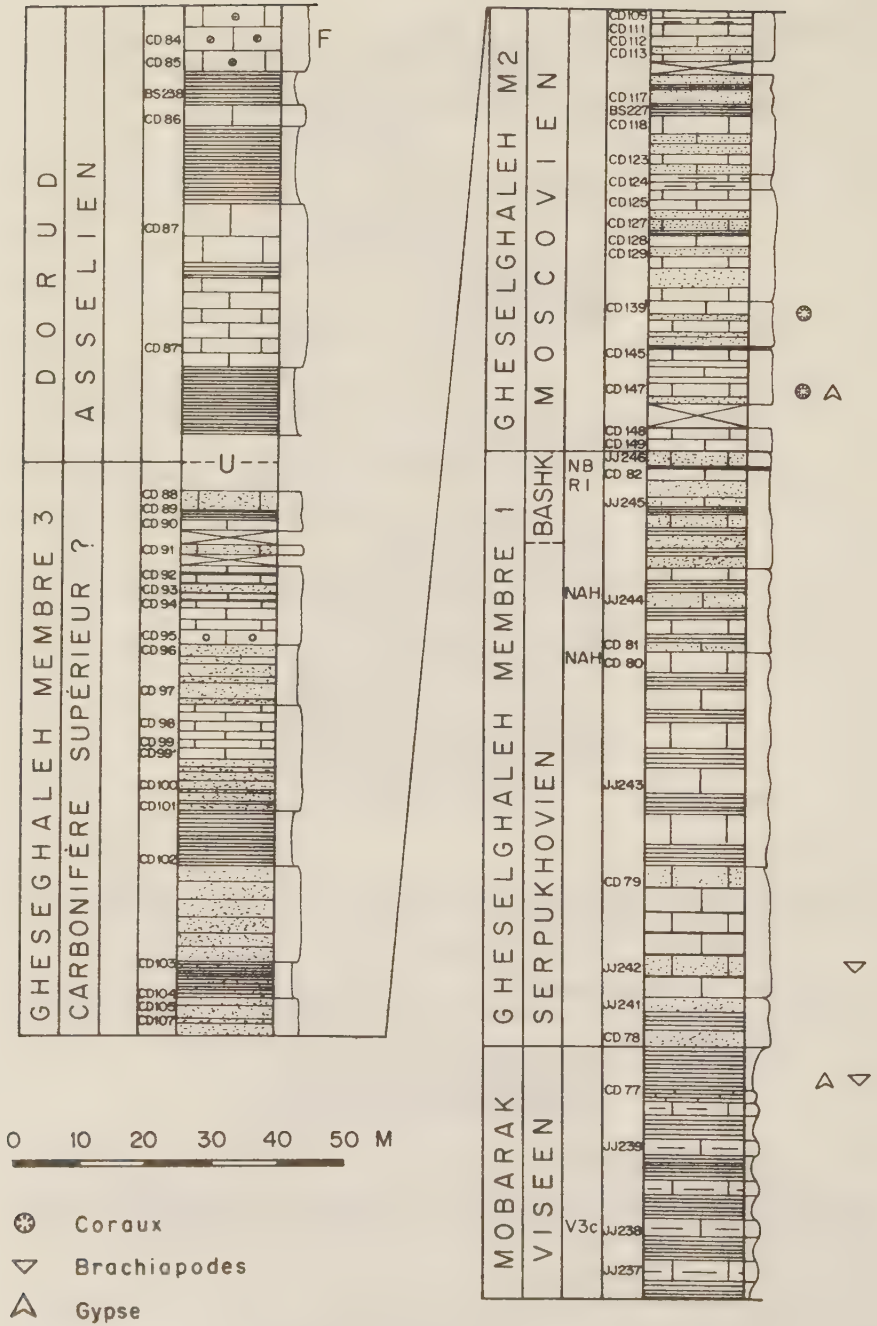


Fig.II.11.2 COUPE-TYPE DE LA FORMATION DE GHESELGHALEH

Extension géographique :

Fig. II.11.6 page 133

La Formation de Gheselghaleh subsiste généralement dans la partie N de la chaîne alors qu'au S elle est érodée ou condensée dans un faciès gréseux continental à niveaux charbonneux.

La Formation de Gheselghaleh s'observe dans la partie NE de la zone étudiée, 2 km à l'E du village de Zaringol dans une petite carrière. Quelques bancs massifs de calcaires biodétritiques gris ont livré une microfaune caractéristique du Myatchkovien (Moscovien supérieur) : Les lames-minces montrent des signes de déformations tectoniques (photo 3, p.137).

La piste tracée en 1976 à l'occasion de la pose d'un oléoduc a dégagé une coupe lithologique intéressante à 4,5 km au SE de Chirinabad (Fig. II.11.3 page 131). Entre les calcaires noirs fétides de la Formation de Mobarak (5) et les onchoïdes de la Formation de Dorud (1) s'intercalent des marnes (2), un niveau charbonneux (4) et un sill d'éruptif basique très altéré (3). On peut voir dans ces strates l'équivalent plus continental de la Formation de Gheselghaleh.

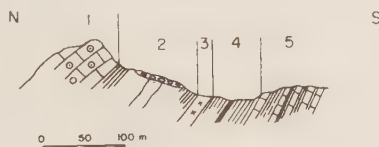


Fig. II.11.3 Profil géologique simplifié le long de la piste Abr-Chirinabad, 4,5 km au SE de Chirinabad.

- 1) Calcaires blancs à onchoïdes (Permien inf.)
- 2) Marnes et éboulis
- 3) Eruptif basique très altéré
- 4) Marnes noires, marnes charbonneuses
- 5) Calcaires noirs fétides et marnes (Carbonifère inférieur).

Le manque d'information m'empêche de préciser l'extension occidentale de la Formation de Gheselghaleh. Dans l'Elbourz central, les grès serpukhoviens de Dozdehband (F. BOZORGNIA, 1973) sont à considérer comme l'équivalent du Membre 1 de la Formation de Gheselghaleh. Ces sédiments détritiques démontrent bien les conditions plus côtières régnant alors sur l'Elbourz central alors que des sédiments franchement marins se déposaient à l'E. L'absence dans l'Elbourz central de sédiments carbonifères moyens et supérieurs est vraisemblablement due à leur non déposition.

A l'E la Formation de Gheselghaleh a été retrouvée dans les vallées de Ramian et Shah-Pasand (G. STAMPFLI, communication orale). Plus à l'E encore, les informations manquent totalement.

P a l é o g é o g r a p h i e :

Alors qu'une mer recouvrait au Carbonifère inférieur l'Elbourz et l'Iran central et y déposait des alternances de marnes et calcaires noirs, dès le "Serpukhovien" la profondeur diminuait ainsi que le suggère la présence fréquente d'oolites à ce niveau. Certaines parties de l'Elbourz oriental, le S probablement, émergèrent à cette époque fournissant ainsi le matériel détritique que l'on retrouve dans les couches du Carbonifère supérieur intercalé dans des niveaux marins souvent peu profonds (faciès à Calcitornella et Hemigordius). Aucune discordance angulaire et des mouvements épigéniques de grande amplitude sont certainement la cause de ces émergences. Une mer très peu profonde a subsisté durant tout le Carbonifère moyen et supérieur jusqu'au retour d'un régime de mer épicontinentale lié à la transgression téthysienne du Permien inférieur. Des passées charbonneuses locales témoignent de courts épisodes continentaux.

Le faciès devient alors très proche de celui de la Formation de Shemshak avec laquelle il ne doit pas être confondu.

Légende de la Figure II.11.4

PRECAMBRIEN	SCHISTES de GORGAN	SCHISTES VERTS
PALEOZOIQUE INF.	F. de LALUN F. de SHIRGESHT	GRES ROUGES et QUARTZITES SHALES MICACES GRESEUX
DEVONIEN	BASALTES de SOLTAN-MAIDAN F. de PADEHA F. de KHOSHYEILAGH	GRES MULTICOLORES CALCAIRES à BRACHIOPODES
CARBONIFERE	F. de MOBARAK F. de GHESELGHALEH F. de DORUD	CALCAIRES et MARNES GRES, CALCAIRES, MARNES CALCAIRES BLANCS à FUSULINES
PERMIEN	F. de RUTEH F. de NESSEN	CALCAIRES NOIRS et MARNES CALCAIRES NOIRS à SILEX
TRIAS	F. d'ELIKA	CALCAIRES VERMICULES, DOLOMIE
JURASSIQUE	F. de SHEMSHAK	GRES à CHARBON

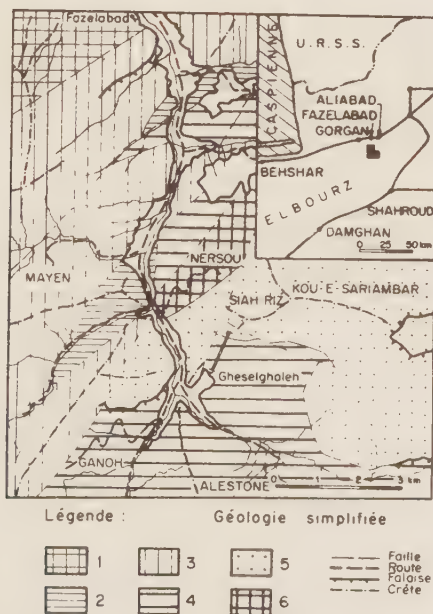


Fig. II.11.4 Situation de la coupe-type de la Formation de Gheselgaleh.

Le membre 1 de la coupe-type est riche en algues (tasmanacées et botryococcacées). L'accumulation de ces formes a produit du charbon d'algues d'eau douce.

Les roches à tasmanacées sont considérées comme des roches-mères importantes pour le pétrole.

II.11.4 Microfossiles de la Formation de Gheselghaleh

Spores

- Lycorpora pusilla
- Tricidarisorites sp.
- Savitrisorites sp.
- Grandispora balteata

(toutes ces formes ont été trouvées dans le membre 1 de la coupe-type)

Algues

- tasmanacées
- botryococcacées
- Beresella sp.
- Eugonophyllum sp.
- Girvanella ducchi
- Komia abundans
- Konickopora tenuiramosa
- Konickopora inflata
- Konickopora stacheoïdes

Brachiopodes

- Neospirifer fascicostatus
- Dictyoclostus sp. e. g. rosonovae
- Stegacanthia sp.
- Productidae

Bryozoaires

- Fenestella sp.
- ind.

Coraux

- Rugosa ind.

Crinoïdes

- ind.

Foraminifères

- cf annexe 5

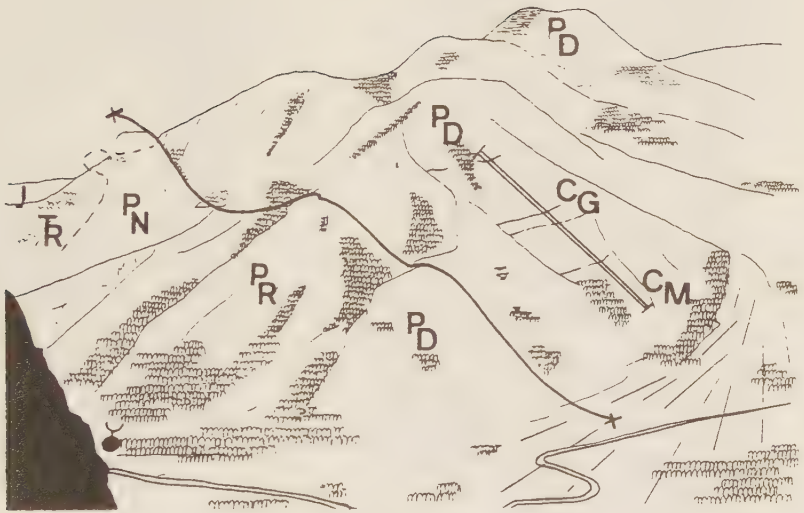


Fig.II.11.5 Situation de la coupe-type de la Formation de Gheselghaleh

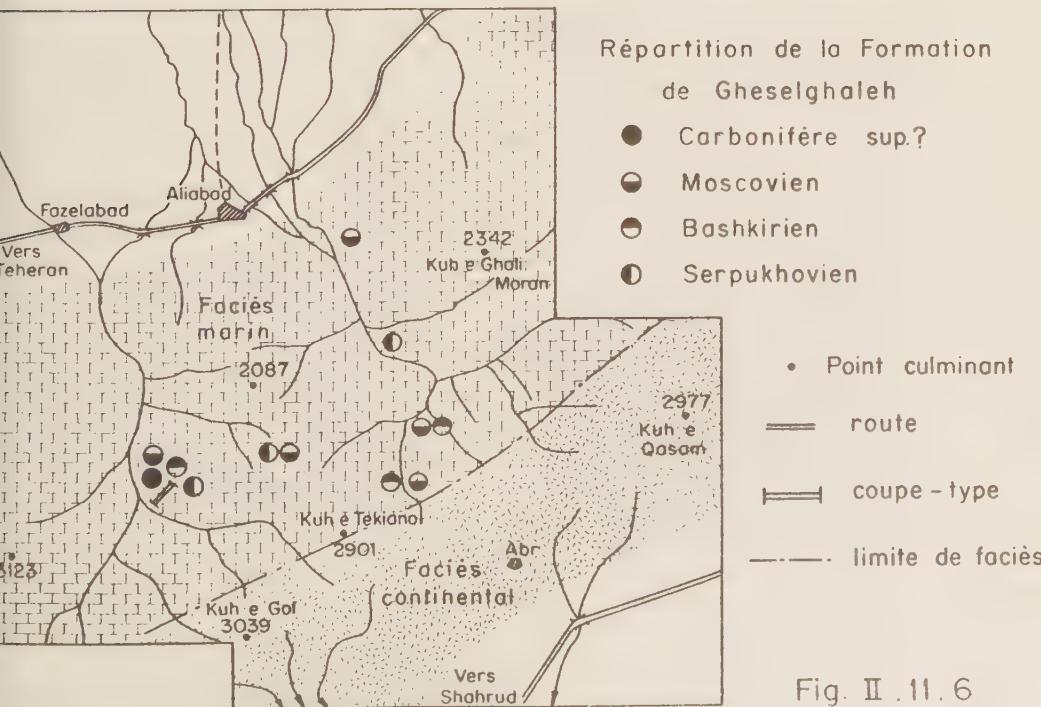


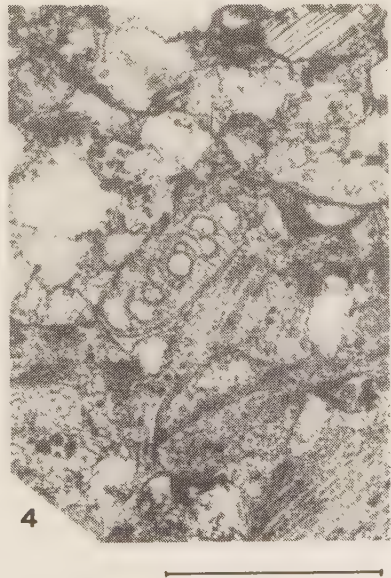
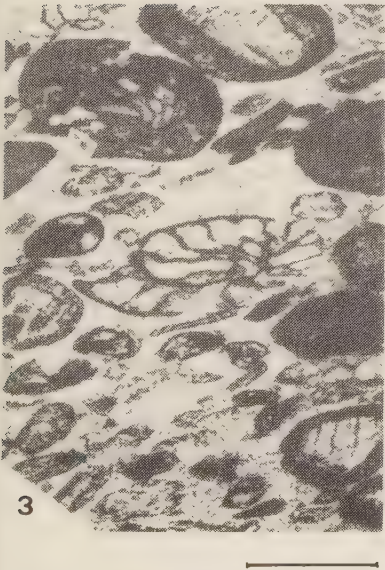
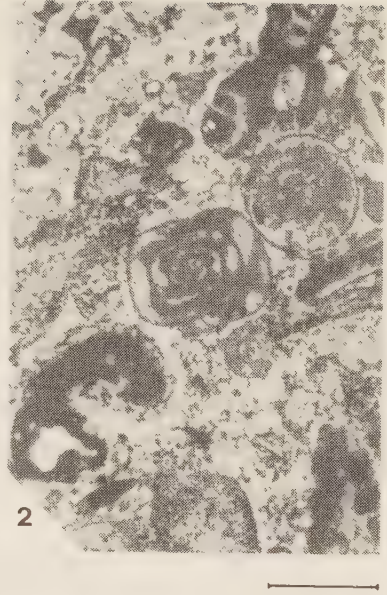
Fig. II . 11. 6

PLANCHE 8

FORMATION DE GHESELGHALEH

- Photo 1 Echantillon JJ193
 Provenance : Moyenne vallée d'Aliabad
 Microfaciès pseudo-oolitique fréquent durant le Serpukhovien.
 La coloration à l'alizarine met en évidence :
 1 Dépôt de pseudo-oolites jointives (a)
 2 Lessivage du ciment original
 3 Dépôt d'une druse calcitique (b)
 4 Cimentation secondaire par une sparite dolomitique (c)
 Ce microfaciès traduit un environnement à haute énergie, peu profond, probablement avec des conditions marines franches évoluant vers un milieu plus confiné.
- Photo 2 Echantillon JJ268
 Provenance : Village d'Afratakhte
 Grainstone fossilifère
 Foraminifère : Pseudostafella aff. subquadrata
 Age : Moscovien inférieur
- Photo 3 Echantillon JJ351
 Provenance : E du village de Zaringol
 Age : Myatchkovien supérieur
 Grainstone calcaire à intraclastes, traces de tectonisation.
 Foraminifère : Fusulinella ?
- Photo 4 Echantillon JJ244
 Provenance : Coupe-type
 Age : Serpukhovien (NAH)
 Grainstone calcaire peu quartzeux
 Foraminifère : Tubispiroïdes aff. cornuspiroïdes

L'échelle représente : 0,5 mm



Régions		Elbourz central	Elbourz central	Elbourz est	Iran central	Iran est
Etages		N. Teheran	Djam	Allabad	Abadeh	Tabas
Trias inférieur		Elika F.	Elika F.	Elika F.	Lower R. Group	Sorkh Shale
Permien	Pamirien	F. Nesen F. 144 m Calc + marges		F. Nesen F. 140 m Calc, grès	F. Unit 6	
	Murghabien	F. Ruteh F. 230 m calcaires	F. Ruteh F. 200 m calc.	F. Ruteh F. 145 m	F. Ababeh F. Unit. 4-5 1190 m Calcaires	F. Jamal F. 473 m dol + calc
	Kubergandien					
	Artinskien	?	?			
	Sakmarien	M2,3,4			Unit. 1-2-3	
Carbonifère	Assélien	F. Dorud F. 150 m grès, calc	F. Dorud F. 217 m grès	F. Dorud F. 217 m Calc + dol. grès		
	Supérieur			F. Gheselghaleh		
	Moyen				SST Gr.	
Inférieur		F. Geirud	F. Geirud	F. Mobarak	Limestone group	F. Sardar F. Quartzites

(F) = Fossiles — horizon sidérolitique --- limite incertaine ▨ lacune

Fig.II.12.1 Corrélations entre les unités litho-stratigraphiques permienes en Iran

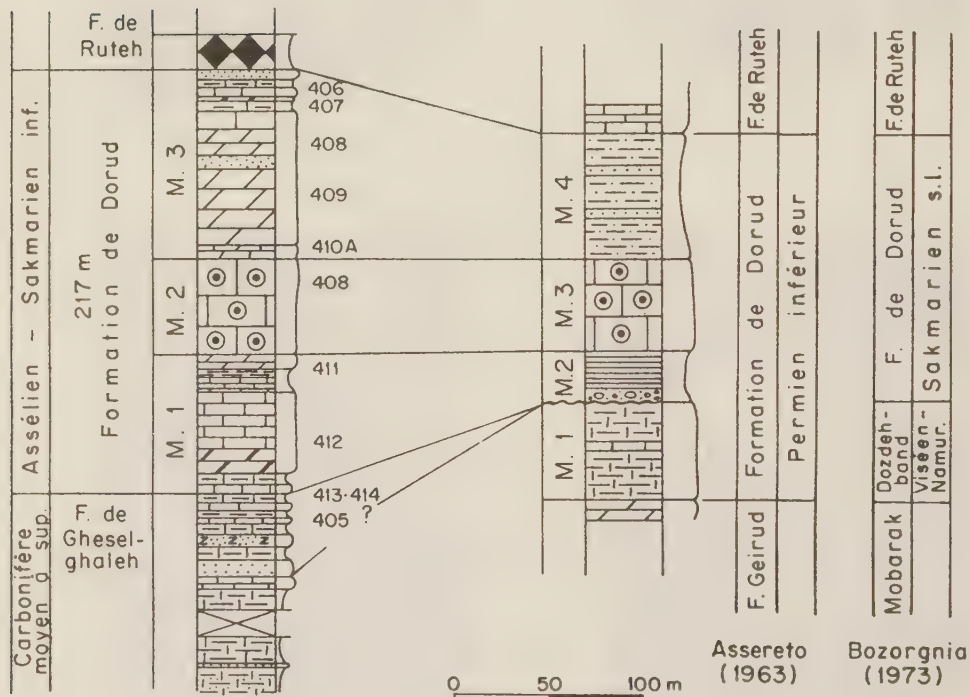


Fig. II.12.2 Formation de Dorud : A. Coupe d'Alestone B. Coupe-type

II.12 La Formation de DORUD (Permien Inférieur)

II.12.1 Généralités

La Formation de Dorud, définie par ASSERETO (1963) marque la base du Permien dans l'Elbourz central. Dans la localité-type, cette formation d'une puissance de 180 m est divisée en 4 membres (Fig. II.12.2 page 138). Elle se compose de bas en haut de shales, de calcaires biogéniques massifs et de grès rouges. La faune de brachiopodes et de foraminifères situe, les Membres 2 à 4 à la base du Permien. L'âge du Membre 1 demeurerait inconnue.

KAHLER (1976) a étudié les fusulines de la localité-type. Celles-ci indiquent le Permien inférieur, l'Assélien moyen jusqu'à la limite supérieure de l'Artinskien inférieur.

AHMADZADEH (1971) a démontré par l'étude des conodontes du Membre 1 au sens d'ASSERETO l'âge viséen supérieur à Serpukhovien inférieur de la Formation de Dorud dans la localité-type. Les Foraminifères de ce même Membre 1 dans la région de Dozdehband ont également indiqué un âge serpukhovien inférieur (F. BOZORGNIA, 1973).

Ces faits ainsi que la présence d'un conglomérat à la base du Membre 2 de la coupe-type, me font, à la suite de F. BOZORGNIA (1973) restreindre la Formation de Dorud à ses 3 membres supérieurs. Le Membre 1 de la Formation de Dorud définie par ASSERETO est à mon sens l'équivalent du Membre 1 de la Formation de Gheselghaleh.

Dans l'Elbourz central la Formation de Dorud transgresse parfois, sans discordance angulaire, les unités paléozoïques inférieurs (Fig. II.12.1 page 138) avec lacune du Carbonifère moyen et supérieur.

Plus à l'E dans la région de Djam, ALAVI (1972) attribue des grès et des shales à intercalations charbonneuses à la Formation de Dorud.

Je pencherai plutôt à y voir l'équivalent de la Formation de Gheselghaleh telle qu'elle apparaît dans la partie méridionale de la région cartographiée.

L'absence de faune ou de déterminations précises dans l'Elbourz et dans d'autres régions d'Iran gêne considérablement les corrélations des unités permienes. D'une façon générale les niveaux à Pseudoschwagerina marquent la base des formations permienes et constituent un important repère stratigraphique.

Des unités lithologiques d'âge permien inférieur ont été attribuées à la Formation de Dorud malgré d'importantes différences lithologiques par rapport à la coupe-type.

Dans l'Elbourz oriental, je diviserai la Formation de Dorud en 3 Membres : M1, M2 et M3, équivalent aux Membres 2, 3 et 4 d'ASSERETO.

II.12.2 La Formation de Dorud dans la région étudiée

La Formation de Dorud recouvre le 30 % de la surface cartographiée. Elle constitue l'ossature de deux synclinaux : le synclinal de Tcheli-Bala et celui de Chirinabad. Ces synclinaux convergent à l'W et la Formation de Dorud affleure alors sur tout le haut plateau s'étendant entre les vallées de Rigchehme et d'Alestone. La plupart des sommets de la partie haute de la chaîne sont essentiellement formés par les Calcaires du Membre 2 de Dorud. On observe également la Formation de Dorud au S de Ganoh, dans le synclinal d'Akhoran, au sommet de la coupe de Kalate Hadji Abdul Hossein et au N d'Abr. La coupe stratigraphique levée en face du village d'Alestone pré-

sente une lithologie représentative de la Formation de Dorud dans la région étudiée.

L'imposante barre de calcaires et de dolomies constitue un trait important de la géomorphologie de ce secteur de l'Elbourz. La partie inférieure de cette barre est formée de calcaires blancs souvent à onchoïdes formés par Girvanella et dont le noyau est fréquemment une Pseudoschwagerina. Ce niveau, qui est le Membre 2 de la Formation de Dorud est comparable en faciès et en âge au membre 3 de la coupe-type (Fig. II.12.2b page 138) de la Formation de Dorud au sens d'ASSERETO.

En dépit de différences lithologiques dues à des variations latérales de faciès entre la coupe-type et la zone considérée, le terme de "Formation de Dorud" est néanmoins employé dans la région d'Aliabad. Une étude générale du Permien de l'Elbourz oriental amènerait certainement à définir de nouvelles formations.

COUPE STRATIGRAPHIQUE D'ALESTONE

- Situation** La coupe se situe en face du village d'Alestone dans la haute vallée de Fazelabad-Mohamadabad (Fig. II.12.2 page 138).
Le sommet de la coupe est très difficile à lever.
- Contact supérieur** Epaisse série sidérolitique marquant la base de la Formation de Ruteh (Murghabien).
- Membre 3** Epaisseur 98 m.
Age : Assélien supérieur à Sakmarien inférieur
JJ 406 Grès fin à ciment calcaire
Eléments de quartz prédominants et anguleux
Feldspaths, muscovite, calcédoine et minéraux opaques peu fréquents.
JJ407 Mudstone calcaire très peu quartzeux
Grainstone dolomitique peu argileux
JJ408A Grainstone dolomitique
JJ408B Mudstone dolomitique
JJ408C Grainstone calcaire très fossilifère à encroutement organique.
Foraminifères : Paleonubecularia uniserialis
Globivalvulina sp., Calcitornella sp.

Microgasteropodes : divers
 Brachiopodes : ponctué
 Echinodermes : Fragments
 JJ409 Mudstone dolomitique vacuolaire
 JJ410A Mudstone dolomitique

Membre 2 Epaisseur 54 m.
 Age : Assélien supérieur à Sakmarien inférieur
 (Planche 9, photo 1, page 155)
 JJ410B Grainstone calcaire fossilifère à onchoïdes
 Algues Girvanella problematica NICHOLSON & ETHE-
 RIDEE
 Foraminifères : Nankinella sp., Pseudofusulina sp.,
 Globivalvulina sp., Staffella sp., Geinitzi-
 na postcarbonica, Pseudofusulina moelleri,
 Pseudofusulina firma (?)
 Echinodermes : Fragments

Membre 1 Epaisseur 65 m.
 Age : Permien inférieur
 JJ411A Grainstone calcaire fossilifère à extraclas-
 tes peu ferrugineux et peu dolomitique
 Foraminifères : Tetrataxis sp. Staffella sp.
 Paleonubecularia uniserialis
 Echinodermes : Fragments
 Brachiopodes : Fragments
 JJ411B Mudstone dolomitique.
 JJ412A Mudstone dolomitique peu quartzeux
 JJ412B Packstone très fossilifère légèrement ferru-
 gineux et silicieux
 Foraminifères : Pseudoendothyra sp. Staffella sp.
 Deckerella sp.
 Ostracodes : Divers
 Echinodermes : Fragments
 Bryozoaires : Divers

Base de la Grès et calcaires oolitiques de la Formation de
 formation Gheselghaleh
 Foraminifères : Calcitornella sp. Globivalvulina sp.
 Pseudoendothyra sp. Schubertella sp.



Fig. II.12.3 Les flancs du Kou-e-Zardjou, face au village d'Alestone , (2487m).

Situation de la coupe stratigraphique

- a) Formation de Ruteh,
- b) Formation de Dorud Membre 3
- c) Formation de Dorud Membre 1 et 2
- d) Formation de Gheselghaleh
- e) Formation de Mobarak

Coupe relevée de "e" à "a".

II.12.3 P a l é o g é o g r a p h i e

Faisant suite au régime côtier à continental qui a régné sur l'Elbourz durant la fin du Carbonifère, la base du Permien est marquée par le retour à des conditions franchements marines liées à une transgression tethysienne généralisée en Iran et qui devait affecter également l'Afghanistan.

A l'Assélien une mer ouverte, chaude, peu profonde et agitée recouvrait l'Elbourz oriental. Dans cette mer se sont sédimentés les calcaires massifs à onchoïdes et Pseudoschwagerina. Les dolomies fines susjacentes témoignent d'une régression puis les niveaux sidérolitiques annoncent l'émersion qui a précédé le dépôt des calcaires du Murghabien de la Formation de Ruteh. L'absence de faune dans la partie supérieure de la Formation de Dorud empêche de préciser la durée de cette émersion.

Malgré les lacunes existant à la base et au sommet de la formation, on ne constate aucune discordance angulaire. Ce fait situe le dépôt de la Formation de Dorud sur une plate-forme relativement stable subissant des mouvements épirogéniques mais sans influence hercynienne.

Aucun argument paléontologique ou lithologique ne permet de préciser le sens de la transgression sur la superficie étudiée. Toutefois l'étude du Carbonifère a montré que la mer n'a pratiquement pas quitté la région entre le Permien et le Carbonifère alors que dans l'Elbourz central, le Carbonifère supérieur correspond certainement à une période d'émersion. La mer permienne a donc avancé vers l'W, ce fait expliquant dans l'Elbourz central la présence des conglomérats à la base de la Formation de Dorud. Ce phénomène est inconnu à l'E.

II.12.4 Age de la Formation de Dorud

Dans la région étudiée, la Formation de Dorud est attribuable au Permien inférieur, les foraminifères attestent la présence de l'Assélien inférieur, moyen et supérieur ainsi que du Sakmarien inférieur (Tastubsk).

Microfossiles de la Formation de Dorud

Algues Girvanella permica
Epimostopora sp.
Gymnocodium sp.

Foraminifères cf. annexe 5

Coraux Rugosa ind.



Fig.II.12.4 La Formation de Dorud sur la rive gauche à Gheselghaleh.

a= Membre 2 b= Membre 3 (b)= collapse

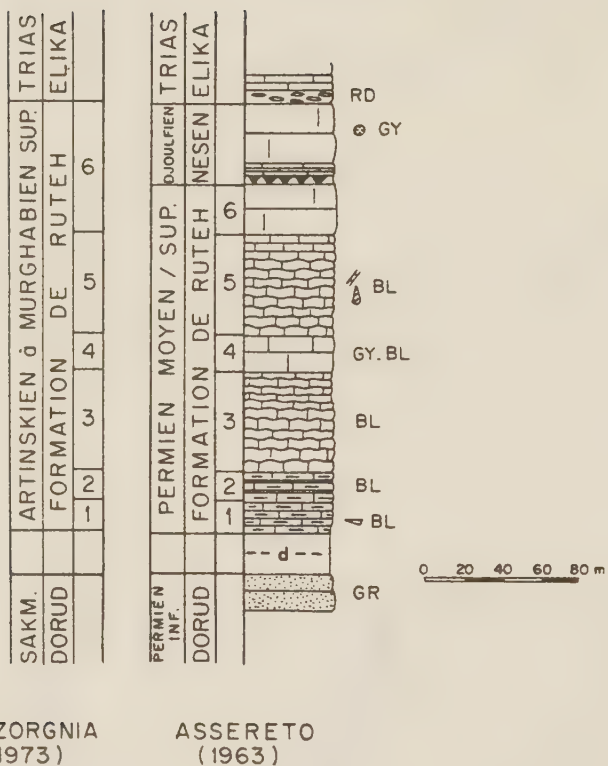


Fig.II.13.1 Coupe-type de la Formation de Ruteh sens original et modifié.

I.13 Formation de Ruteh (Permien Supérieur)

I.13.1 Généralités

Cette unité qui a été introduite par ASSERETO (1963) regroupe dans l'Elbourz central 230. m de calcaires biogéniques gris foncés subdivisé en 6 membres. La région de la section-type a livré une riche faune de coraux, bryozoaires, brachiopodes et foraminifères d'âge permien supérieur (Zones à Parafusulina et Neoschwagerina) (Fig. II. 13.1 page 146).

Les calcaires du Membre 6 de la Formation de Ruteh situés au-dessus de l'horizon sidérolitique sont lithologiquement identiques avec la base de la Formation de Nesen introduite par GLAUS (1964) dans l'Elbourz central et doivent donc être rattachés à cette dernière formation.

De plus, F. BOZORGNIA (1973) a montré par la microfaune l'équivalence d'âge de la partie supérieure du membre 6 de la coupe-type de la Formation de Ruteh avec la Formation de Nesen. L'extension de la Formation de Ruteh est très vaste. Elle a été décrite dans tout l'Elbourz, dans les montagnes de Soltanieh (Iran NW) ainsi qu'en Azerbaïdjan.

Il existe une lacune sans discordance angulaire à la base de la Formation de Ruteh. Cette dernière est attribuée au Kubergandien (Darvasien supérieur) et Murghabien inférieur (Lexique stratigraphique d'Iran) et peut-être de l'Artinskien car si les fossiles de la Formation de Dorud indiquent un âge sarmarien sensu lato, rien ne prouve la présence de l'Artinskien qui est peut-être représenté par les niveaux gréseux apparemment azoïques du Membre 4 de la Formation de Dorud type ou les dolomies du Membre 3 de cette même formation à Alestone (Fig. II.12.1 page 138).

II.13.2 Région d'Aliabad et Sharud

La Formation de Ruteh est toujours présente entre les Formations de Dorud et d'Elika sur l'aire étudiée.

La coupe stratigraphique (Fig. II.13.2 page 149) affleurant au N de Gheselghaleh présente la section permienne la plus complète et la mieux exposée. La Formation de Ruteh y est aisément repérable et de lithologie comparable à celle de la coupe-type de l'Elbourz central (Fig. II.13.1 page 146).

La coupe est bien visible sur la rive droite de la vallée juste avant l'étranglement produit par les calcaires et dolomies massives de la Formation de Dorud à Gheselghaleh. Le pendage des couches est vertical à cet endroit, la puissance de la formation est de 145 m. Elle surmonte des grès blancs rattachés à la Formation de Dorud.

Aucune discordance angulaire ni horizon sidérolitique ne souligne dans cette coupe cette limite malgré l'importante lacune du Sakmarien supérieur (?), de l'Artinskien, du Kubergandien et du Murghabien inférieur dans l'Elbourz oriental. Les dolomies azoïques du Membre 3 de la Formation de Dorud pourraient représenter une partie du Sakmarien supérieur ou de l'Artinskien

DESCRIPTION DE LA COUPE DE RUTEH A GHESELGHALEH

Sommet	Calcaires foncés à silex de la Formation de Nesen
CD 208	Mudstone calcaire avec fragments phosphatés Bryozoaires ind. Ostracodes ind. Radiolaires ind.
CD 207	Mudstone calcaire, à Productidae Algues : Dasycyadacées recristallisées Ostracodes ind. Echinodermes fragments Radiolaires ind.
CD 206	Mudstone à Bryozoaires et oxydes de fer abondants

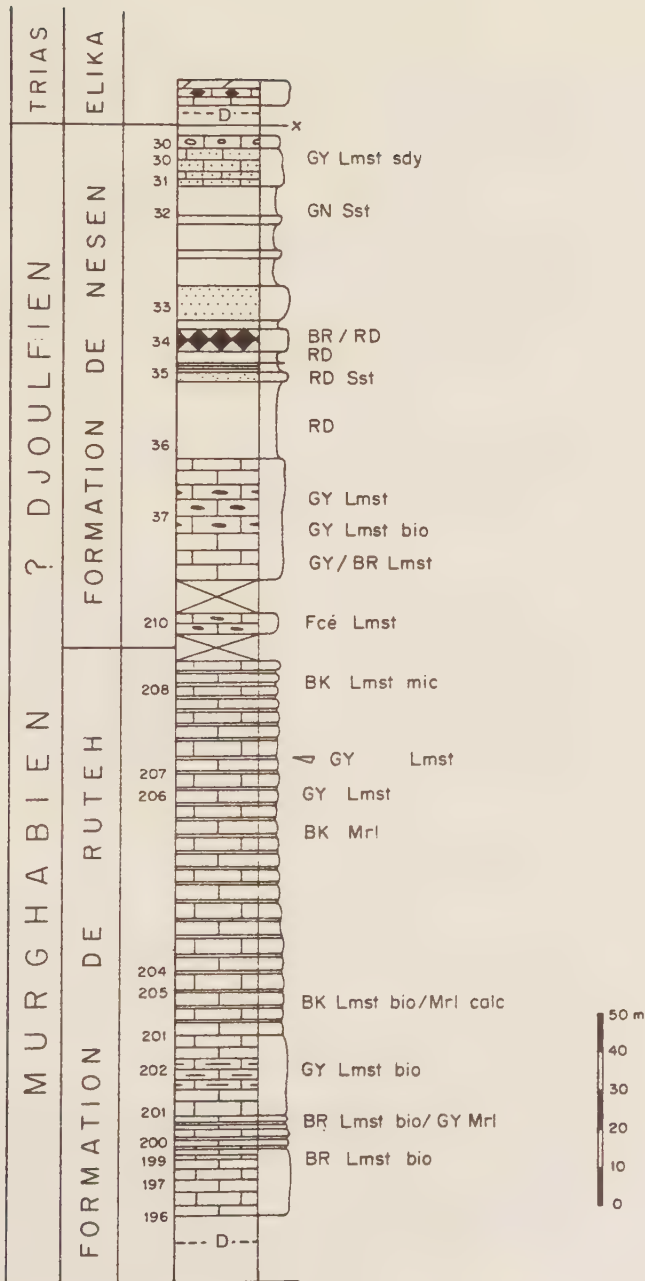


Fig. II. 13.2 La Formation de Ruth et Nesen
(Permien supérieur) à Gheseighaleh

- CD 204 Mudstone avec oxydes de fer abondants
Radiolaires ind.
Ostracodes ind.
Algues ind.
- CD 205 Wackestone calcaire à débris d'algues et brachio-
podes
Bryozoaires ind.
Radiolaires ind.
Ostracodes ind.
Foraminifères : Endothyra sp., Pseudolangella
fragilis, Geinitzina sp.
- CD 203 Packstone calcaire diaclasée
Bryozoaires ind.
Trilobites : Fragments
Ostracodes ind.
Foraminifères : Geinitzina sp., Pachyphloia sp.,
Pseudolangella sp.
- CD 202 a Packstone calcaire à algues recristallisées
Algues : Gymnocodiacees ind.
Ostracodes ind.
Foraminifères : Neoendothyra sp.
Tubiphytes obscurus Langella perforata
Geinitzina postcarbonica Endothyra gr. bowmani
Boultonia sp. Pachyphloia sp.
Deckerella sp. Agathamina pusilla
Age : Murghabien supérieur probable
- CD 202 b Grainstone calcaire
Echinodermes : Fragments
Bryozoaires ind.
Ostracodes ind.
- CD 201 b Grainstone calcaire avec cristaux isolés idiomor-
phes de dolomie, contenant :
Echinodermes fragments
Bryozoaires ind.
Ostracodes ind.
Algues : Gymnocodium sp.
Foraminifères :
Geinitzina postcarbonica Globivalvulina sp.
Pachyphloia çukurkoyi Codonofusiella sp.
Langella perforata Agathamina pusilla
Fronidina permica Tetrataxis sp.
Endothyra sp. Minojapanella (wutuensis ?)
Eotuberitina reitlingerae Tuberitina collosa
Age : Murghabien supérieur

- CD 201 a Packstone calcaire à algues recristallisées
Ostracodes
Foraminifères : Eotuberitina sp., Geinitzina ?
- CD 200 Packstone calcaire à algues (Gymnocodium et
Permocalculus)
Ostracodes ind.
Foraminifères : Langella perforata
Globivalvulina graeca Geinitzina postcarbonica
Pachyphloia sp. cukurkovi Codonofusiella ?
Endothyra gr. bowmani Tubiphytes obscurus
- CD 199 Grainstone calcaire à extraclastes calcaires
arrondis
Foraminifère : Langella sp.
- CD 198 Grainstone calcaire à bryozoaires et productidae.
Foraminifères : Deckerella sp., Langella perforata
- CD 197 Wackestone calcaire à joints stylolitiques
Bryozoaires ind.
Ostracodes ind.
Foraminifères : Globivalvulina sp.
Tuberitina collosa Eotuberitina reitlingerae
Lasiodiscus minor Boultonia willisi
Froncina sp. Calvezina sp.
Tubiphytes obscurus Endothyra gr. bowmani
- Base Arénite quartzeuse de couleur rouille avec élé-
ments rares de micas blancs, chlorite, feldspaths,
ciment calcaire brun.
Echantillon CD 196
Formation de Dorud

L'étude de la coupe de la Formation de Ruteh à Gheselghaleh montre des faciès très semblables à ceux décrits dans la région type. On retrouve les calcaires bioqènes de la base de la formation, moins richement macrofossilifères toutefois, ainsi que les calcaires noirs en petits bancs du sommet. La microfaune renferme la plupart des espèces décrites dans cette formation par F. BOZORGMIA (1973) et ASSERETO (1963). Des traces organiques de grandes dimensions figurent sur les dessous de bancs du milieu de la formation à Gheselghaleh et Chirinabad (Photo 1, planche 10, page 161). Ces traces hypichniales sont à rapprocher de Repichnia (SEILACHER 1953.)

Elles se présentent sous forme de boudins ramifiés et méandriformes d'un diamètre moyen de trente centimètres. Un amphibien pourrait être l'auteur de ces pistes beaucoup trop importantes pour avoir été produites par des vers ou des arthropodes. Le Professeur A. SEILACHER qui a eu l'obligeance d'examiner des photographies de ces pistes énigmatiques a conclu qu'il s'agissait d'une nouvelle ichnoespèce.

On retrouve la Formation de Ruteh bien exposée dans la coupe de Chirinabad, (Haute vallée d'Aliabad) (Fig. II.15.2, page 167). Dans cette localité, la Formation de Ruteh mesure 290 m et présente les mêmes séquences lithologiques et microfaciès que la coupe de Gheselghaleh. Les traces énigmatiques signalées ci-dessus apparaissent également. La Formation de Ruteh est à cet endroit directement surmontée par la Formation triasique d'Elikah.

Dans la coupe d'Alestone (Fig. II.12.2 page 138) une épaisse passée sidérolitique sépare les Formations de Dorud et Ruteh, soulignant bien l'importante lacune stratigraphique.

La Formation de Ruteh a été observée également dans la vallée située au SW du Kou-e-Gandi, confluant à celle descendant de Siah-Margou vers Gheselghaleh. La vallée, que ne remonte aucun sentier, est infranchissable en amont d'une cluse entaillée dans les calcaires et dolomies de la Formation de Dorud. En aval de la cluse la rivière traverse la Formation de Ruteh. Les formations sus-jacentes ne sont pas directement observables car la Formation de Ruteh forme un synclinal dont le coeur est plus élevé que le niveau de la rivière. La raideur des parois interdit tout accès. A vue, seule la présence de la Formation d'Elika , de lithologie et de couleurs caractéristiques, peut-être identifiée avec certitude.

Un affleurement intéressant est celui du village de Tchéli-Bala, situé à une altitude de 1400 m sur le sentier montant de cette localité vers les alpages du Kou-e-Zardjou. S'il n'est

pas possible de lever une coupe complète de la Formation de Ruteh en raison de la discontinuité des affleurements, les échantillons prélevés ont néanmoins livré une importante microfaune caractérisant le Murghabien supérieur, avec

Foraminifères Neoschwagerina margaritae

Pachyphloia çukurkoyi

Hemigordius sp.

Neoendothyra bronnimanni

Cribrogenerina sp.

Climacammina sp.

Langella sp.

Eotuberitina sp.

Schwagerina sp.

Algues

Vermiporella sp.

Divers

Bryozoaires, Serpules, fragments d'Echinodermes.



Fig. II.13.3 Panorama de la rive droite à Gheselghaleh
(légende p.31)

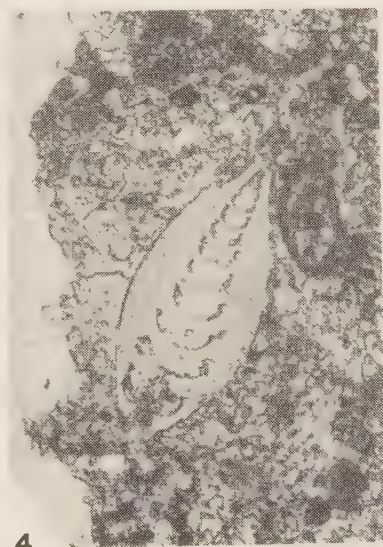
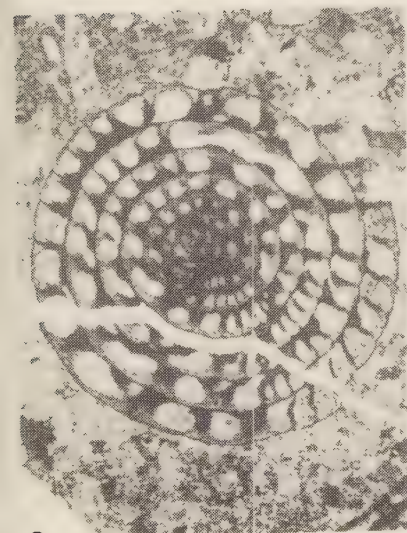
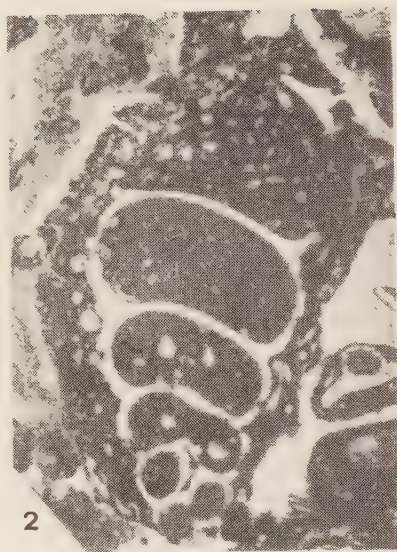
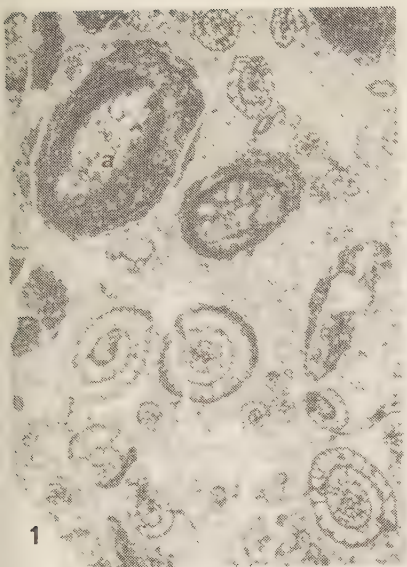
PLANCHE 9

FORMATION DE DORUD

- Photo 1 Echantillon JJ11
 Provenance : Gheselghaleh
 Age : Assélien
 Grainstone à Foraminifères. Début d'onchoïde (a)
 Foraminifères : Pseudofusulina krotovicaudata
 Pseudofusulina sulcata
 Tetrataxis parviconica
 Algues : Girvanella permica
 Bryozoaires
- Photo 2 Echantillon JJ408
 Provenance : Coupe d'Alestone
 Grainstone fossilifère à microgastéropodes
 encroûtés par Paleonubecularia sp.

FORMATION DE RUTEH

- Photo 3 Echantillon JJ 347
 Provenance : Village de Tchéli-Bala
 Wackestone fossilifère.
 Age : Murghabien supérieur
Neoschwagerina margaritae
- Photo 4 Echantillon JJ347
 Provenance : Village de Tchéli-Bala
 Age : Murghabien supérieur
 Wackestone fossilifère
Pachyphloïa çukurkoyi



I.14 Formation de Nesen (Permien supérieur)

I.14.1 Généralités

La Formation de Nesen a été introduite par GLAUS (1964) dans l'Elbourz central. Elle comprend des calcaires foncés et des shales. Dans la localité-type, la Formation de Nesen est séparée de la Formation de Ruteh par un sill de mélaphyre. Elle est surmontée en concordance par les calcaires triasiques de la Formation d'Elika. GLAUS a subdivisé la Formation de Nesen en 9 Membres datés du Murghabien supérieur au Djoulfien. STEPANOV et al. (1969) ainsi que F. BOZORGNIA (1973) ont placé les trois unités de la base de la section-type de Nesen dans la Formation de Ruteh. La base de la Formation de Nesen au sens de STEPANOV est formée par des grès, des calcaires gréseux ou argiles, tous de couleur rouge, contrastant bien avec les calcaires noirs de la Formation de Ruteh.

Dans des coupes lithologiquement bien exposées, la lithologie de la Formation de Nesen se différencie cependant facilement de celle de Ruteh.

Une lacune sédimentaire très peu importante existe à la base de la Formation de Nesen. Elle est suggérée par exemple par la présence d'un horizon ferrugineux à Amol (STEPANOV, 1969). La paléontologie ne permet pas de confirmer la présence de cette lacune qui devrait se situer dans le Murghabien que l'on retrouve dans le sommet de la Formation de Ruteh et dans la base de la Formation de Nesen.

I.14.2 Région d'Aliabad et Sharud

Dans cette région la Formation de Nesen est peu représentée, car elle est souvent érodée avant le dépôt de la Formation d'Elika.

Une coupe complète de cette formation a été observée dans le secteur privilégié pour l'étude du Paléozoïque supérieur qu'est la région de Gheselghaleh (Fig. II.13.2, page 149).

La Formation de Nesen y est épaisse de 140 m. Elle surmonte les calcaires noirs de la Formation de Ruteh, mais le contact entre les deux formations n'est pas exposé. Une faille sépare la Formation de Nesen de la Formation d'Elika.

La lithologie de la Formation de Nesen dans l'Elbourz oriental diffère sensiblement de la lithologie de la coupe-type. On retrouve néanmoins à Gheselghaleh des faciès décrits dans la coupe-type. A Nesen, les calcaires à rognons de silex mesurent 15 m et forment le Membre supérieur de la Formation, ils sont en contact avec la Formation d'Elika. A Gheselghaleh les calcaires à silex atteignent 50 m et constituent le Membre 1 de la Formation de Nesen. Dans le Membre 2, j'ai placé les calcaires biodétritiques, les grès et la passée sidérolitique qui précèdent la Formation d'Elika. Cette lithologie, qui n'existe pas dans la coupe-type, montre que la Formation de Nesen constitue dans la région étudiée un cycle sédimentaire régressif allant jusqu'à l'émersion temporaire ainsi que l'atteste le niveau sidérolitique.

La microfaune (cf. annexe 5 page 253) de la Formation de Nesen à Gheselghaleh est très comparable à celle décrite par BOZORGNIA dans cette même unité de l'Elbourz central. Elle indique un âge murghabien supérieur à djoulfien.

On retrouve notamment Pachyphloia iranica découverte par BOZORGNIA (1973) dans la coupe-type de Nesen.

DESCRIPTION DE LA FORMATION DE NESEN A GHESELGHALEH

Contact supérieur "Edge-wise conglomerate" de la Formation d'Elika contact faillé.

- CD 30 Grainstone oolitique à organismes indéterminables
(jeunes Bellorophon ?)
- CD 31 Wackestone argileux, biodétritique
Ostracodes ind.
Brachiopodes
Foraminifères :
Pachyphloia iranica BOZ. Geinitzina postcarbonica
Geinitzina taurica Dagmarita sp.
Ichtiolaria sp. Colaniella sp.
Hemigordius cr. reicheli
Age : Djoulfien
- CD 32 Quartzwacke à ciment phosphaté
- CD 33 et 34 Wacke lithique à ciment phosphaté
- CD 35 Packstone biodétritique
Algues : Vermiporella nipponica
Foraminifères : Climacammina sp.
Geinitzina sp.
Globivalvulina sp.
- CD 36 Packstone biodétritique alguaire
algues : Gymnocodium nodosum
Vermiporella nipponica
Foraminifères :
Langella perforata Globivalvulina vander-
Dagmarita chanakchiensis schmidtii
Pachyphloia iranica
Age : Djoulfien ?
- CD 37 Grainstone à joints stylolitiques
Algues : Vermiporella nipponica
Foraminifères :
Chusenella socioensis Dunbarula mathieui
Dagmarita chanakchiensis Neoendothyna teicheli
Climacammina sphaerica Staffella sphaerica
Globivalvulina vander- Tubiphytes obscurus
schmidtii Geinitzina sp.
Pachyphloia pedicula Codonofusiella paradoxa
Tuberitina collosa Pseudodoliolina sp.?
Agathamina sp. ?
Age : Djoulfien ?

CD 210 Packstone fossilifère avec bioclastes dolomitisés
 Bryozoaires ind.
 Algues : Vermiporella nipponica
 Foraminifères : Tubiphytes obscurus
 Protonodosaria praecursor, Geinitzina sp.
 Age : Permien supérieur

Contact inférieur Zone couverte au-dessus des calcaires
 micritiques noirs et entrebancs marneux de
 la Formation de Ruteh

PLANCHE 10

FORMATION DE RUTEH

Photo 1 Figures de dessous de banc de grande dimension
 dans les gorges de Chirinabad.

FORMATION DE NESEN

Photo 2 Echantillon CD 31
 Provenant de la coupe de Gheselghaleh
 Wackestone argileux biodétritique à foraminifères
 Pachyphloia iranica BOZORGNIA

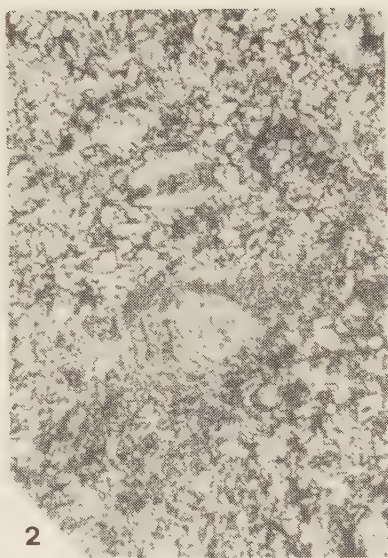
Photo 3 Echantillon CD 36
 Provenant de la coupe de Gheselghaleh
 Packstone calcaire à algues et foraminifères
 algues: Gymnocodium nodosum
 Vermiporella nipponica
 Foraminifère: Globivalvulina vonderschmidtii

Photo 4 Echantillon CD 31
 cf. photo 2
 Foraminifère: Ichtiolaria sp.

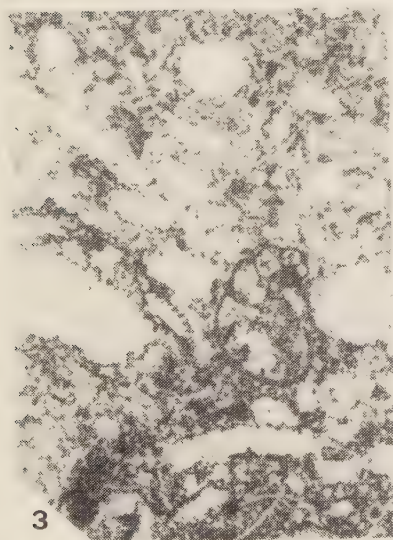
L'échelle représente 0,5 mm.



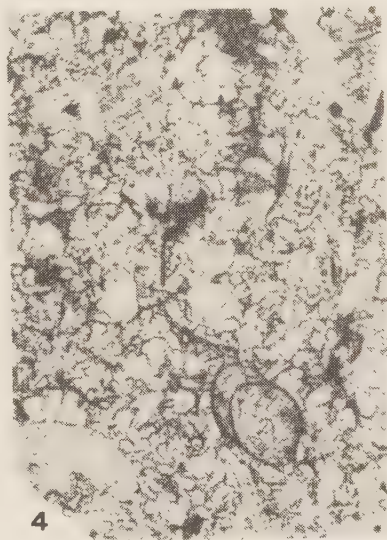
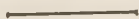
1



2



3



4



II.15 Formation d'Elika (T r i a s)

II.15.1 Généralités

La Formation d'Elika décrite par GLAUS (1964) dans l'Elbourz central groupe des calcaires et dolomies d'âge triasique. La base est essentiellement constituée de calcaires en plaquettes et le sommet de dolomie massive à texture fine de couleur gris-jaune, avec des intercalations de calcaire dolomitique. La coupe-type est amputée de son membre calcaire sommital, Membre 3 de l'Elbourz oriental (Calcaires d'Aruh, Elbourz central, ZANINETTI et al., 1972 et STAMPFLI et al. 1977) par la transgression liasique.

La Formation d'Elika succède dans l'Elbourz central à la Formation de Nesen avec un hiatus sédimentaire souligné localement par un horizon ferrugineux.

Le sommet de la formation est toujours plus ou moins érodé par la Formation transgressive de Shemshak. La présence d'un "Hard ground" au sommet de la Formation d'Elika suggère une émergence qui aurait précédé le dépôt des grès de Shemshak.

Les faciès de la Formation d'Elika sont remarquablement constants et se retrouvent sans grande modification dans une grande partie de l'Iran septentrional et oriental. Ils sont également connus au Proche-Orient, en Afghanistan et au Pakistan. La Formation d'Elika est géomorphologiquement facilement repérable par sa barre dolomitique compacte. Elle contient dans la partie inférieure des faciès à microgastéropodes hématitisés, à des microbivalves et des niveaux à "edgewise conglomerates" ainsi que des calcaires vermiculés (BAUDet al., 1974).
(photos 2 et 3, planche 11, page 173).

	ELIKA GLAUSS, 1964	NESA BRÖNNIMANN et al., 1972	ARUH ZANINETTI et al., 1972	GHESEL- GHALEH (Fig II.15.4)	CHIRINA- BAD (Fig II.15.3)	RAMIAN STAMPFLI et al. 1976	GHOSNAVI STAMPFLI et al. 1976	NAYBAND IRAN EST ZANINETTI 74
LIAS	FORMATION DE SHEMAK							
TRIAS SUP. CARNIEN NORIEN	volcanites ?	volcanites ? - ? - ?	?	?	?	?	?	NAYBAND 2195 m
TRIAS MOYEN	D	D	D	D	D	D	D	D
TRIAS MOYEN			ARUH Calcaire sup. 100 m			FORMATION RAMIAN grès 30 m		ESPAKH Calcaire 152 m
TRIAS MOYEN						Calcaire sup. 80 m	Calcaire sup. 50 m	
TRIAS MOYEN	Dolomie 200 m	Dolomie 50 m	Dolomie 280 m	Calcaire sup. 30 m	Dolomie 112 m	Dolomie sup. ?	Dolomie 80 m	SHOTORI
TRIAS MOYEN		Calcaire Shale 90 m		Dolomie 80 m		Dolomie inf. 100 m	Calcaire gris 100 m	Dolomie 820 m
TRIAS INFÉRIEUR	Calcaire 100 m	Calcaire 150 m	Calcaire inf. 120 m	Calcaire coloré 70 m	Dolomie et Calcaire coloré 115 m	Calcaire coloré 100 m	Calcaire coloré 120 m	SORKH Shales 122 m
?	Contact sur banc		Iron stone 10 m	Contact faillé	Contact banc sur banc	Bean - ore 5 m	Grès Laterites 10 m	Contact banc sur banc
PERM.	Formation de NESEN DJULFIEN				RUTEH MURGHABIEN	NESEN DJULFIEN	RUTEH MURGHABIEN	JAMAL PERMIEN SUP

Fig. II.15.1 Correlation entre les coupes triasiques d'Iran
(d'après STAMPFLI et al. 1977, modifié)
en gris : Membres de la Formation d'Elika

La formation est très pauvre en macrofossiles. Les datations sont fournies par la microfaune, qui indique un âge "skythien" pour le membre inférieur. Le membre calcaire supérieur d'Aruh (ZANINETTI , BRONNIMANN et al., 1972) est attribué au sommet du Trias moyen (Base du Trias supérieur ?) ainsi donc les dolomies massives se rattachent au Trias inférieur à moyen (Fig. II.15.1 page 164).

II.15.2 Région étudiée

Au coeur du synclinal de Chirinabad, dans la région de Gheselghaleh ainsi que dans les environs d'Akhoran (haute vallée de Fazelabad) affleure une série de lithologie et de position stratigraphique comparable à la Formation d'Elika telle que décrite dans l'Elbourz central. Cette unité lithologique peut donc être étendue à l'Elbourz oriental.

A

Synclinal de Chirinabad

Le vaste synclinal s'étendant entre Chirinabad et Siah Roudbar est la plus vaste superficie recouverte par la Formation d'Elika. La formation affleure remarquablement bien dans les gorges situées 3 km au SW du village de Chirinabad. Le sentier montant vers Abr traverse ce défilé. L'axe du synclinal est faillé et des masses de grès à plantes de la Formation de Shemshak ont glissé le long des pentes structurales formées par le membre dolomitique d'Elika (Fig. II.15.2 page 166).

COUPE STRATIGRAPHIQUE DE CHIRINABAD

(Fig. II.15.3 page 167)

Sommet	Graywacke gris-vert de la Formation de Shemshak (Lias)
Membre dolomitique	112 m. Bancs massifs métriques de dolomie grise fine et de calcaire dolomitique, avec imprégnations locales de bitume. Surface sommitale des dolomies recouverte d'un "hard-ground".
Membre calcaire inférieur	115 m. Bancs centimétriques à décimétriques de dolomie et de calcaire dolomitique gris. A la base fréquentes dolomies fines "en plaquettes" avec 5 niveaux de dolomie rougeâtre.
Base	Calcaire et calcaire dolomitique gris fossilifère du Permien supérieur (Formation de Ruteh) Contact entre les deux formations banc sur banc.

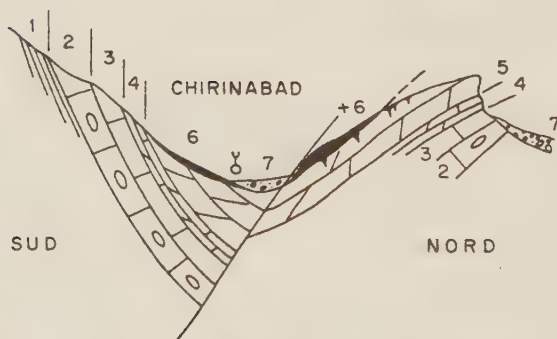


FIG. II.15.2 Profil géologique en travers du synclinal de Chirinabad.

Légende de la figure II.15.2

- 1 Formation de Gheselghaleh (Carb.moyen)
- 2 Formation de Dorud (Permien inf.)
- 3) Formation de Ruteh (Permien sup.)
- 4) Formation d'Elika membre inf.
- 5) Formation d'Elika membre dolomitique avec hard-ground
- 6) Formation de Shemshak (Jur. inf.)
- 7) Eboulis

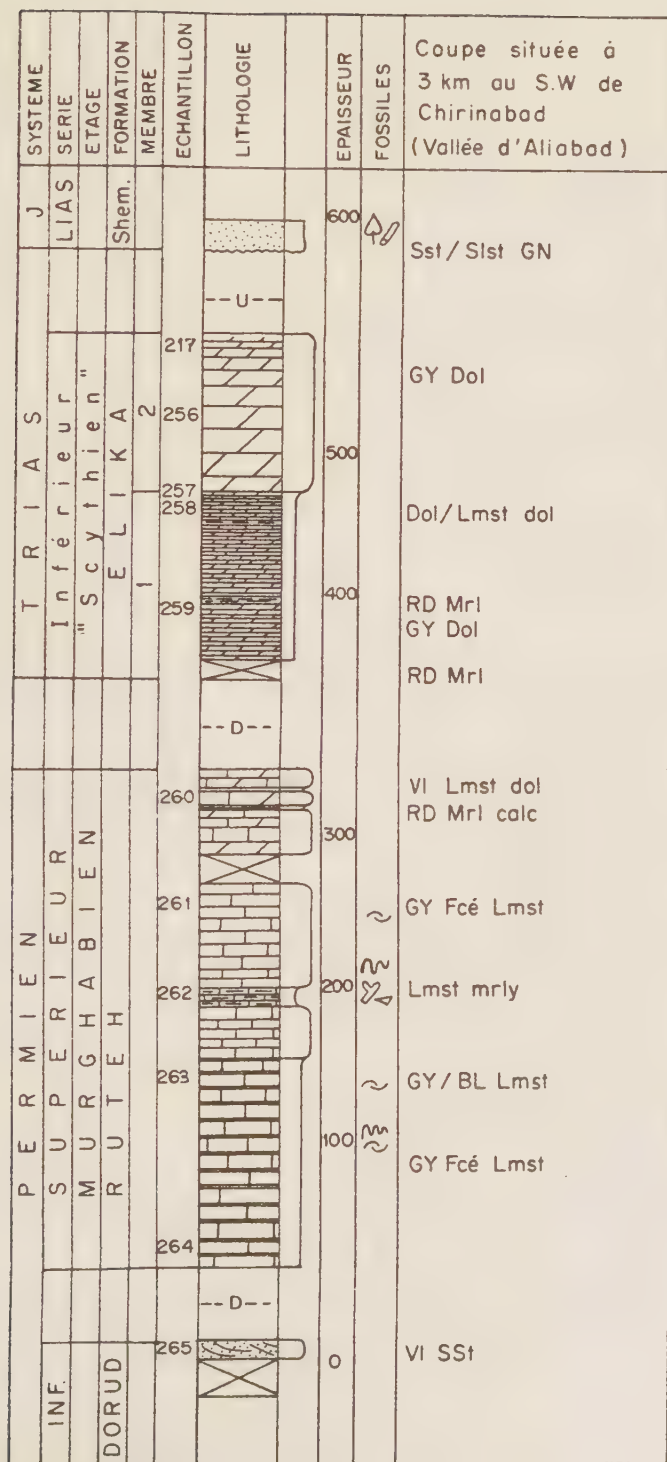


FIG II 15 3

B Gheselghaleh

La coupe stratigraphique de la Formation d'Elika près de Gheselghaleh affleure dans la vallée de Fazelabad, à 20 km en amont de cette ville. (Lat. N $36^{\circ} 45'$, long. E $54^{\circ} 49'$) la coupe se situe à une altitude de 930 m, le long de la piste qui suit la vallée principale. Un embranchement de cette piste monte vers le village de Nersou et traverse des éboulis masquant le contact de la Formation d'Elika avec celle de Shemshak. De là, la coupe se suit vers l'amont, en direction de Gheselghaleh, sur environ 200 m.

Position géologique

Les bancs de la Formation d'Elika montrent une direction NE et plongent verticalement. Le contact inférieur de la coupe triasique avec la Formation permienne de Nesen est faillé. Le contact supérieur avec la Formation de Shemshak (Norien ? - Lias) est également marqué par une faille, visible au niveau du village de Nersou. Ailleurs elle est recouverte d'éboulis.

Sur la rive gauche de la vallée principale, la Formation d'Elika est aussi représentée, mais très incomplète et découlée d'une centaine de mètres vers l'aval par rapport à l'affleurement de la rive droite.

Description lithologique

La coupe peut être divisée de bas en haut en trois membres :

- a) Membre calcaire coloré inférieur (70 m)
Composé de bancs décimétriques à pluridécimétriques, ce

membre comprend essentiellement des calcaires ocres à microgastéropodes, microbivalves ou ostracodes, et quelques bancs de calcaire fin vermiculé de couleur verdâtre, ainsi que de rares strates de calcaire dolomitique marneux gris-vert.

Les bancs CD 28 et 24' sont faits de calcaire à galets mous épigénisés par du fer. Au niveau 27, on note la présence du genre Spirorbis.

b) Membre dolomitique (80 m)

Dans cette unité, les dolomies dominant. Elles alternent à la base avec des calcaires ou des calcaires dolomitiques. Leur couleur va du gris au vert, en passant par le jaune. Elles sont disposées en bancs décimétriques, ou en plaquettes centimétriques.

L'échantillon CD 16 contient des microgastéropodes, des bivalves et Spirorbis phlyctaena BRÖNNIMANN et ZANINETTI. L'échantillon CD 13 prélevé dans un banc de dolomie grise et compacte à 60 m de la base du membre a livré Meandrospira pusilla (HO), associée à des ostracodes (Photo 4, planche 11, page 173).

c) Membre calcaire supérieur (30 m)

De gros bancs de calcaire jaune largement recristallisé composent la totalité de ce dernier membre, entrecoupé de failles. Un banc dolomitique intercalé (échantillon CD 9) est microfossilifère. Il renferme des microgastéropodes et Spirorbis phlyctaena.

A l'examen de la coupe sur le terrain, on remarque des passées rouges. En lames minces, ces passées se sont révélées n'être qu'une altération de surface, Leur teneur en fer n'étant pas même importante. Le traitement des échantillons à l'alizarine a

permis la mise en évidence de phénomènes de dolomitisation secondaire et de calcitisation tertiaire, ainsi que de "ferrification".

II.15.3 Paléogéographie

La forte similitude existant entre les faciès triasiques d'Iran indique des conditions de sédimentation très semblables. Ce type de sédimentation s'observe sur une plate forme épicontinentale sujette à des mouvements épirogéniques faibles. Au Trias inférieur une transgression marine généralisée affecte l'Iran recouvrant la "carapace hématitique" durant la fin du Permien ou l'extrême base du Trias.

Aux dépôts de calcaires et dolomies grises sont associés des niveaux à "edgewise conglomerate" dont le matériel est issu du démantèlement en région "intertidal" de la banquette de boue indurée bordant les chenaux. On note également la présence de faciès à microgastéropodes. Le remplissage hématitique des gastéropodes flottant dans une matrice sparitique suggère que ces mollusques, toujours des formes naines, vivaient sur une surface de type "tidal flat" puis s'accumulaient dans des chenaux d'où ils étaient transportés par l'érosion en milieu marin. Les faciès à micromollusques, les calcaires à galets mous et les calcaires vermiculés sont caractéristiques d'un environnement marin confiné, peut-être à salinité variable. L'évolution de ce milieu vers des conditions de type "sabka" entraîne le dépôt des dolomies du second membre de la Formation d'Elika. Les fossiles sont extrêmement rares dans ces dolomies car les organismes ne devaient pas supporter le milieu de tendance sursalée des sabkas.

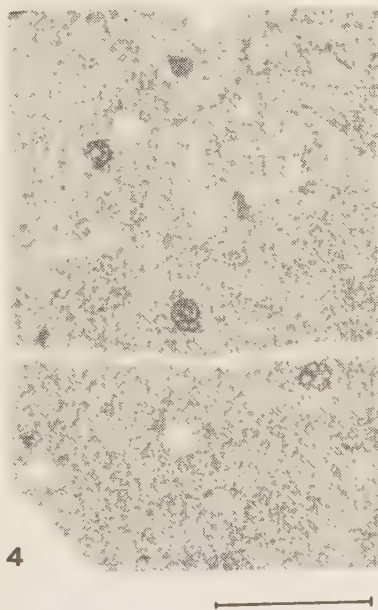
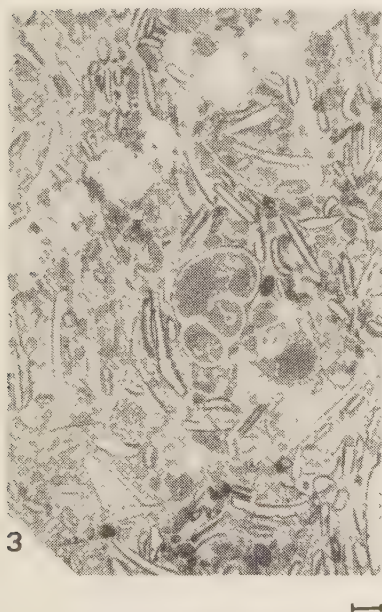
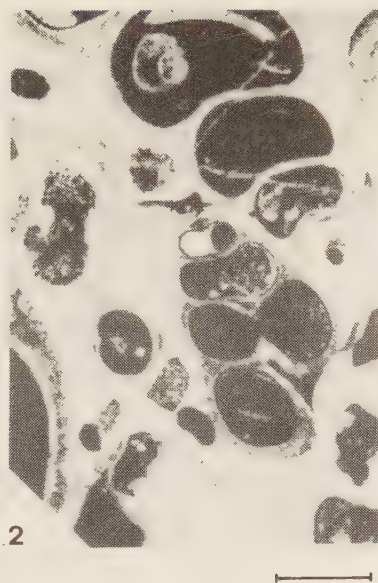
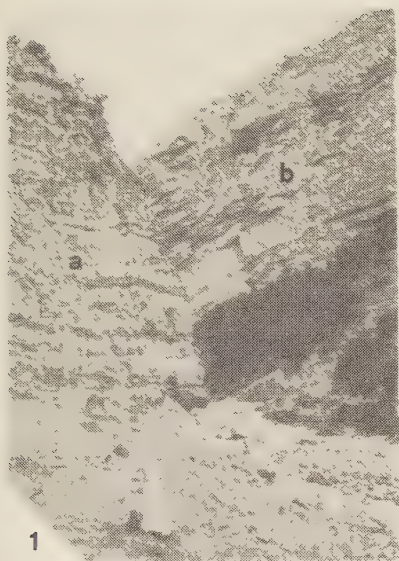
Le membre calcaire supérieur est dû au retour à des conditions marines franches. La présence d'une faune à Involutinidae et à Mégaloodontes à Aruh (ZANINETTI et al., 1972) traduit un mi-

lieu pararécifal pour le membre calcaire supérieur dans l'Elbourz central. Des conditions semblables ont présidé au dépôt des Calcaires d'Espakh en Iran oriental (BRÖNNIMANN et al., 1974).

PLANCHE 11

FORMATION D'ELIKA

- Photo 1 La Formation d'Elika dans les gorges à 3 km au SW du village de Chirinabad (haute vallée d'Aliabad).
 a - Membre basal: dolomies en plaquette et calcaires dolomitiques.
 b - Membre dolomitique massif.
- Photo 2 Echantillon CD 24: Coupe de Gheselghaleh. Microgastéropodes hématitisés dans une matrice microsparitique calcaire. Les microgastéropodes proviennent d'un milieu littoral et, emportés par des courants se sont déposés en milieu marin.
- Photo 3 Echantillon JJ 1
 Provenant des environs de Gheselghaleh
 Faciès à microlamellibranches et microgastéropodes dans une matrice calcaire. Diaclases remplies de calcite sparitique.
- Photo 4 Echantillon CD 13
 : Coupe de Gheselghaleh.
 Dolomie à Meandrospira pusilla (HO)
- L'échelle représente 0,5 mm



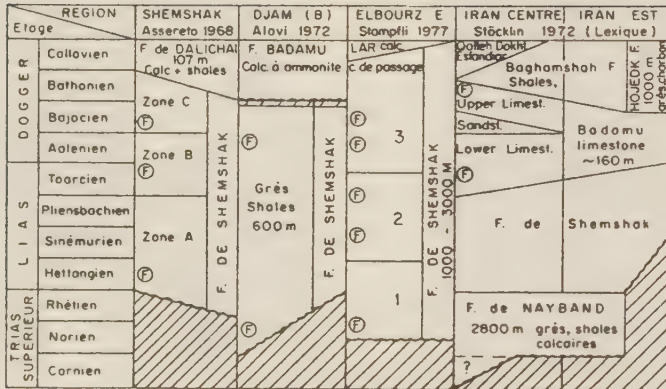


Fig. II.16.1 Corrélations entre les unités lithologiques du Trias et du Jurassique inférieur à moyen en Iran.

II.16 Formation de Shemshak (Jurassique Inférieur)

II.16.1 Généralités

Durant le Jurassique inférieur se déposait sur une partie de la Turquie, l'Iran, l'Afghanistan et jusqu'en Chine, une épaisse série transgressive de grès et shales à plantes et charbon. En Iran, cet ensemble a été décrit sous le nom de Formation de Shemshak (DELLENBACH, 1964 et ASSERETO, 1966) (Fig. II.16.1, page 174).

L'unité est bien connue dans l'Elbourz central, où les niveaux de charbon sont exploités à Shemshak même.

Une flore très abondante provient de cette formation et a fait l'objet de nombreuses publications dès le milieu du XIX siècle. Plus récemment, les travaux de BARNARD (BARNARD, 1965, 1967 et in ASSERETO, 1968) ont permis de subdiviser la Formation de Shemshak en trois zones florales, A-B-C (Fig. II.16.1, page 174).

Les intercalations marines fossilifères datent plus précisément cette unité (Ludwigia sp., Properisphinctes sp., Greniceras sp.).

La Formation de Shemshak repose transgressivement sur des formations très diverses : Schistes de Gorgan précambrien dans l'Elbourz de l'E, sur diverses unités paléozoïques et souvent la Formation triasique d'Elika.

La base de la formation est diachrone et toujours délicate à dater.

Dans l'Elbourz central la flore fait attribuer la base de la Formation de Shemshak au Rhétien (LORENZ, 1964). Dans la région

de Djam, ALAVI (1972) cite Distichites minos Mojs et attribue la base de la formation au Norien.

La Formation de Shemshak résulte d'une sédimentation paralique sur plate-forme instable ayant subi les contre-coups des plissements de la phase cimmérienne (Trias supérieur).

II.16.2 Région d'Aliabad et Shahrud

La région étudiée marque la terminaison occidentale du vaste synclinorium de la Formation de Shemshak que la route de Shahrud à Shahpasand traverse sur 20 km. Ce synclinorium qui débute plus de 100 km à l'E, se termine brusquement au Kou-e-Ghali Moran. Dans ma région d'étude ne subsistent que des témoins isolés et réduits de cette importante formation qui atteint, environ 20 km à l'E, 2000 m de puissance au coeur du synclinal.

Le nombre et la qualité des affleurements ne permettent donc pas une étude détaillée.

Dans la haute vallée d'Aliabad, à Chirinabad et à Siah Roudbar on observe des grès à traces de plante et charbon formant des amas au pied de dalles de dolomie triasique (Fig. II.15.2 page 166). La Formation de Shemshak comprend à Siah Roudbar des conglomérats polygéniques à éléments siliceux multicolores. Les conditions d'affleurement interdisent toute estimation d'épaisseur et aucune plante n'est déterminable.

La Formation de Shemshak affleure également dans la vallée de Mohamabad à Nersou où elle est partiellement cernée par des failles.

Un unique contact sédimentaire est observé avec la Formation d'Elika (Fig, II.15.4 page 169). La Formation de Shemshak présente 100 m au N du village de Nesou un faciès caractéristique "à dragées de quartz", conglomérat monogénique à éléments de quartz blanc roulés.

L'affleurement le plus vaste et le plus intéressant est celui d'Abr, sur le flanc S de l'Elbourz.

Le contact entre la Formation de Dorud et la Formation de Shemshak que celle-ci transgresse est exposé 2 km au N du Kou-e-Sarkhaneh (Fig. II.16.2 page 179). A la base de la formation on observe un épais conglomérat polygénique à éléments permians reposant sur une importante passée ferrugineuse.

Le matériel détritique grossier, où des éléments de 30 cm de diamètre sont habituels, diminue progressivement et l'on passe à des quartzites dérivant d'arénites quartzeuses silicifiées avec en surface et dans les fissures une pellicule hématitique. Celle-ci donne une patine rouge à des grès blancs.

COUPE STRATIGRAPHIQUE DE LA BASE DE LA FORMATION DE SHEMSHAK
6 km AU N D'ABR (Kou-e-Sarkhaneh)

Fig. II.16.2 page 179

Sommet	Faillle
JJ226, 228	Arénite quartzeuse avec auréole de silicification
229, 230	Sur quelques cm en surface hématite intergranulaire donnant une patine rouge-violet. Grains de quartz subanguleux.

- JJ225 Conglomérat grossier à ciment gréseux hématitique. Eléments anguleux atteignant 30 cm de $\varnothing$ provenant du Permien.
- Base Epaisse passée ferrugineuse avec bancs de calcaire roux. cristaux idiomorphes de calcite, vacuoles de chlorites, Serpules ? (Formation d'Elika ?) (JJ223)

Près du village d'Abr, les couches de la Formation de Shemshak présentent la même pétrographie que décrite plus haut (JJ226) et contiennent des niveaux de charbon. Ce charbon a fait l'objet d'une exploitation artisanale et après un arrêt total les mines ont été réouvertes en 1974. Le toit de la couche de charbon exploitée le plus à l'W a livré une très belle flore, magnifiquement conservée (photo 4, planche 12, page 181), de Nilsonnia polymorpha SCHENK.

La présence de cette plante fait attribuer généralement cette flore au Lias inférieur dans l'Elbourz (ALAVI, 1972) bien que cette espèce soit connue dès le Trias supérieur.

Il est regrettable que le gisement d'Abr soit impossible à situer par rapport à la base de la formation qui, à cet endroit est faillé. La Formation de Shemshak dans le secteur étudié débute donc au moins au Lias, peut-être au Trias supérieur. En effet immédiatement à l'E de ma zone d'étude la base de la formation est norienne d'après la flore incomparablement plus riche (STAMPFLI et CORSIN, 1977).

P é t r o g r a p h i e

Une étude pétrographique détaillée des grès de Shemshak permet d'établir leur origine en fonction de la nature constituant. Un échantillon collecté au N de Gheselghaleh (photos 1 et 2, planche 12, page 181) regroupe les principaux composants de la Formation de Shemshak :

Graywacke contenant 40 à 50 % de quartz anguleux. Fragments de radiolarites, microquartzite et éruptif sous-marin dévitrifié. Plagioclases et feldspaths rares. Matrice composée de minéraux argileux, mica, chlorite et corrensite indicatrice d'un métamorphisme léger. Traces organiques.

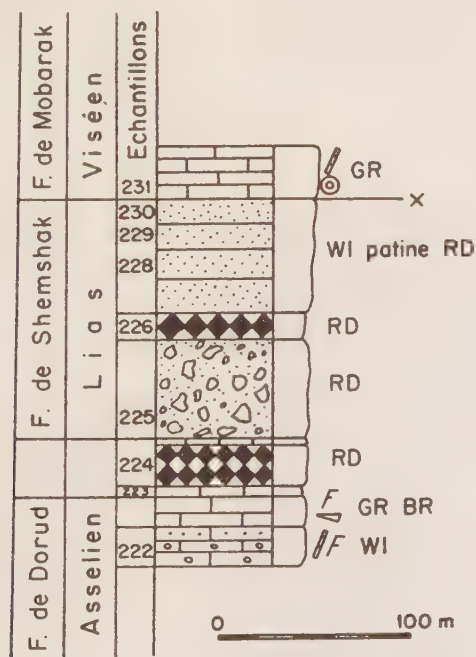


Fig.II.16.2 Coupe stratigraphique de la base de la Formation de Shemshak 6 km au N d'Abr.

II.16.3 C o n c l u s i o n s

L'étude de la Formation de Shemshak n'apporte pas de fait nouveau en raison de son développement très réduit.

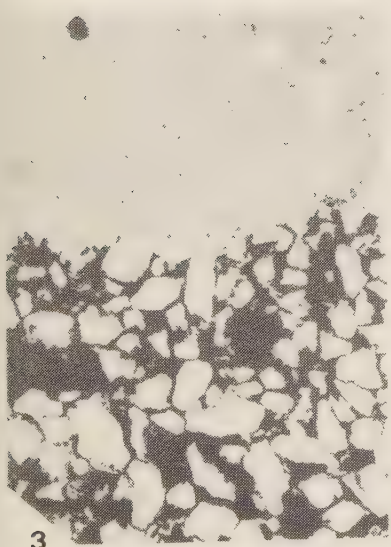
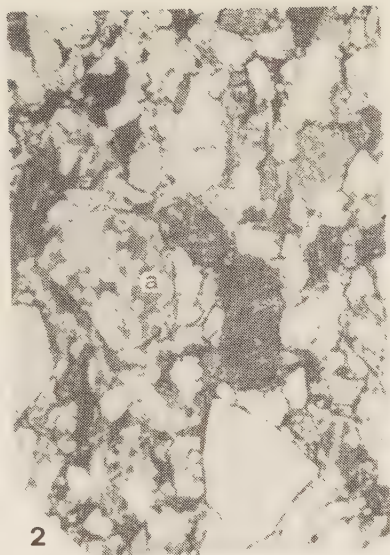
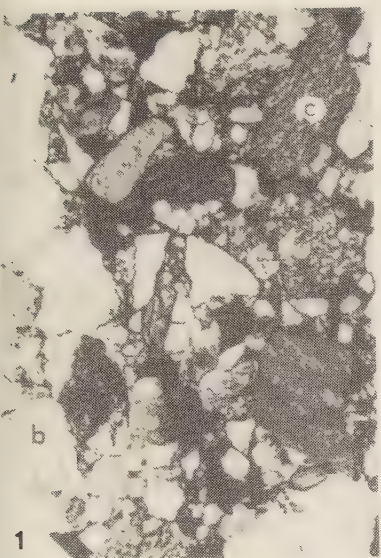
L'abondance de matériel éruptif basique, les éléments à radiolarites ainsi que la fréquence des galets quartzeux posent le problème de l'origine du détritisme des grès de Shemshak. La connaissance de la géologie au S du secteur étudié conduit à placer la province d'origine au N. On pourrait voir en la Formation de Shemshak une "molasse" regroupant les débris de la croûte océanique de la Paleotéthys avec les derniers éléments quartzeux des massifs granitiques protérozoïques.

La Formation de Shemshak transgresse sur des terrains triasiques et permien sans grande discordance angulaire. La phase de plissement et l'âge des failles importantes est post-Shemshak car cette formation est affectée par ces mouvements.

PLANCHE 12

FORMATION DE SHEMSHAK

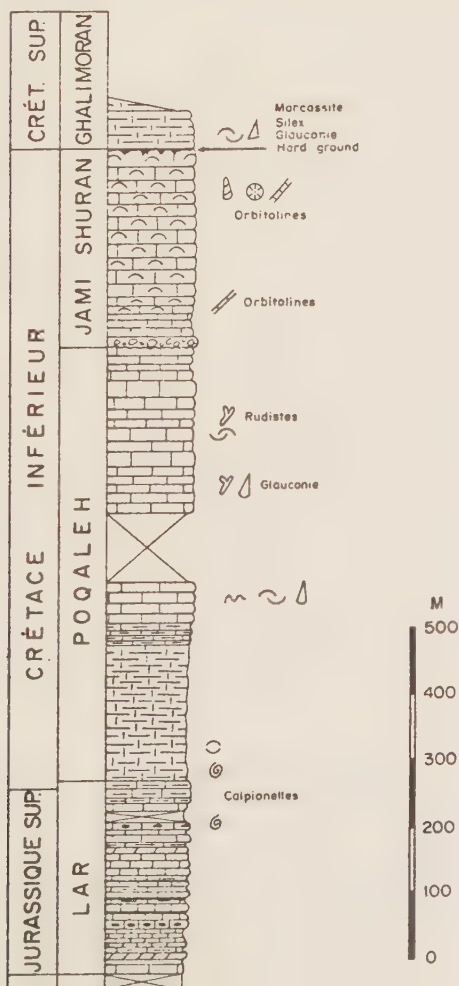
- | | |
|------------------|--|
| Photos
1 et 2 | Echantillon JJ2
Provenance : Gheselghaleh
Graywacke contenant 40 à 50 % de quartz anguleux
Fragments de radiolarites (a), microquartzites (b)
et éruptif sous-marin dévitrifié (c). Pagioclases
et feldspaths rares
Matrice composée de minéraux argileux, mica, chlorite et de corrensite indiquant un léger métamorphisme.
Occasionnellement : traces organiques. |
| Photo 3 | Echantillon JJ226
Provenance : Abr
Arénite quartzeuse avec auréole de silicification sur quelques cm en surface et dans les fissures hématite intergranulaire donnant une patine rouge violet.
Grains de quartz anguleux. |
| Photo 4 | Echantillon JJ465 grandeur naturelle
Provenance : Mine de charbon d'Abr
<u>Nilssonina polymorpha</u> SCHENK, Lias inférieur probable. |
- L'échelle représente 0,5 mm



II.17 Jurassique supérieur et Crétacé

Exception faite de la montagne du Ghali Moran (2342 m) qui se situe sur la limite d'étude de G. STAMPFLI (Thèse de l'Université de Genève à paraître) avec la mienne et qui fait l'objet d'un Diplôme de l'Université de Genève (R. FONTAINE, à paraître), aucun sédiment jurassique supérieur et crétacé n'affleure sur la surface étudiée.

J'emprunte à R. FONTAINE la figure suivante résumant la lithologie rencontrée sur les flancs du Ghali-Moran (Fig. II.17.1).



II.18 La Formation d'Abr (Paleocène?)

II.18.1 Généralités

A la fin du Crétacé les mouvements laramiens affectent l'Elbourz et y produisent des plissements importants, des failles et un volcanisme andésitique surtout dans l'Elbourz central. L'érosion intense désagrège les jeunes reliefs et produit d'épaisses accumulations de conglomérats dans les sillons nouvellement formés.

II.18.2 Région étudiée

Sur le versant S de l'Elbourz, 2 km au NE d'Abr, un synclinal constitué de roches tertiaires repose avec discordance angulaire sur les grès et les shales de la Formation de Shemshak.

Sous des grès attribués sans réserve au Paléocène de la Formation de Fajan et des calcaires à Nummulites de l'Eocène de la Formation de Ziarat apparaissent des calcaires gris et des brèches calcaires intraformationnelles (Fig. II.18.1 page 186) en concordance sous ces deux dernières formations. Ne pouvant rattacher ces calcaires à aucune formation déjà existante, je propose d'introduire pour ceux-ci la Formation d'Abr, dont la localité-type est choisie dans le flanc N du synclinal du même nom. La Formation d'Abr doit être considérée comme provisoire étant donné son caractère très local, son âge hypothétique et sa faible épaisseur. Les géologues qui étudieront le SE de Shahrud trouveront probablement son équivalent.

II.18.3 Pétrographie et âge de la Formation d'Abr

Sous le microscope ces calcaires sont micritiques, de couleur

gris foncé à "bird-eyes", ostracodes et microgastéropodes. Le milieu de déposition de ces calcaires devait être très côtier. Les niveaux conglomératiques de la base possèdent des éléments siliceux probablement arrachés à la Formation de Shemshak.

L'étude des lames-minces, une analyse palynologique ainsi que l'examen d'un échantillon sous le microscope électronique à balayage n'a révélé aucun nanofossile calcaire. Aucun macrofossile ne semble exister dans ces strates. R. FONTAINE (Communication verbale) a observé des roches de pétrographie très semblable dans la partie supérieure de la Formation de Pogaleh (Fig. II.17.1, page 183) au-dessus de niveaux à rudistes d'âge crétacé inférieur. Si l'on admet l'équivalence d'âge des deux niveaux, c'est-à-dire un âge crétacé pour les calcaires d'Abr, la concordance stratigraphique de ces derniers sous les formations tertiaires serait assez étrange car une forte discordance angulaire sépare généralement les couches mésozoïques et cénozoïques dans l'Elbourz. Je rejette donc cette hypothèse.

La concordance des calcaires d'Abr avec les terrains eocènes et paléocènes permet de dire que ces calcaires se sont déposés après la phase de plissement. La Formation d'Abr située entre le Crétacé supérieur et la Formation paléocène à éocène inférieur de Fajan serait donc paléocène plus ancien. Des calcaires d'âge paléocène sont d'ailleurs connus dans la chaîne du Kopet Dag (Formation de Chehel Kaman) et dans la région située à l'E de Shahrud (MOHAFAEZ et HUBER, 1972, NIOC Report 342 non publié).

18.4 R e m a r q u e s

La Formation d'Abr constitue vraisemblablement l'extrémité

septentrionale d'un bassin sédimentaire qui recouvrait au début du Paléocène la région de Shahrud à Sabzevar et se terminait contre les premiers reliefs de l'Elbourz en sur-rection.

Cet épisode marin est remplacé dès le Paléocène supérieur (?) par une sédimentation détritique continentale due aux mouvements laramiens.

L'échelle de la carte annexée ne permet pas d'individualiser la Formation d'Abr. Celle-ci a donc été groupée avec la Formation de Fajan.

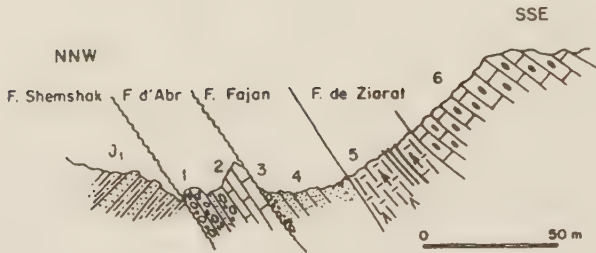


Fig. II.18.1 Profil géologique du flanc nord du synclinal d'Abr.

II.19.1 La Formation de Fajan (Paléocène à Eocène inférieur ?)

II.19.1 Généralités

Le comité de nomenclature stratigraphique d'Iran a introduit en 1964 le nom de Formation de Fajan pour une unité de conglomérats, de grès rouges et de marnes gréseuses avec niveaux andésitiques interstratifiés. La coupe-type adoptée est celle décrite par DELLENBACH (1964) au N de Téhéran.

II.19.2 Elbourz Oriental

La Formation de Fajan affleure largement dans le massif montagneux de SE de Shahrud (Geological map of Shahrud-Sabzevar area NIOC, non publié, par HUBER et MOHAFEZ 1972) ainsi que sur le flanc S de l'Elbourz, à l'E de mon territoire le long de la route conduisant de Shahrud à Shahpasand 5 km avant le col de Khoshyeilagh.

La Formation de Fajan est représentée par un unique affleurement situé 2 km au NE d'Abr (Fig. II.18.1, page 186). Elle repose en concordance sur la Formation d'Abr (Fig. II.19.1, page 188). La Formation de Fajan est composée à Abr de 10 m de conglomérats polygéniques grossiers à ciment hématitique, surmontés de 25 m de wacke arkosique de couleur rouge à débris de quartz anguleux entourés d'un film ferrugineux. La matrice calcitique abondante (40 %) contient des micas blancs fréquents, des minéraux opaques, de la chlorite en grain et des zircons.

Les marnes gypsifères et les calcaires de la Formation de Zia-rat la recouvre normalement. La Formation de Fajan, est considérablement moins épaisse que dans l'Elbourz central et il

faut donc considérer la région d'Abr comme l'extrémité septentrionale d'un bassin sédimentaire qui s'étendait vers le S sur au moins 90 km.

F. de Karaj (Eocène moy. à sup.)

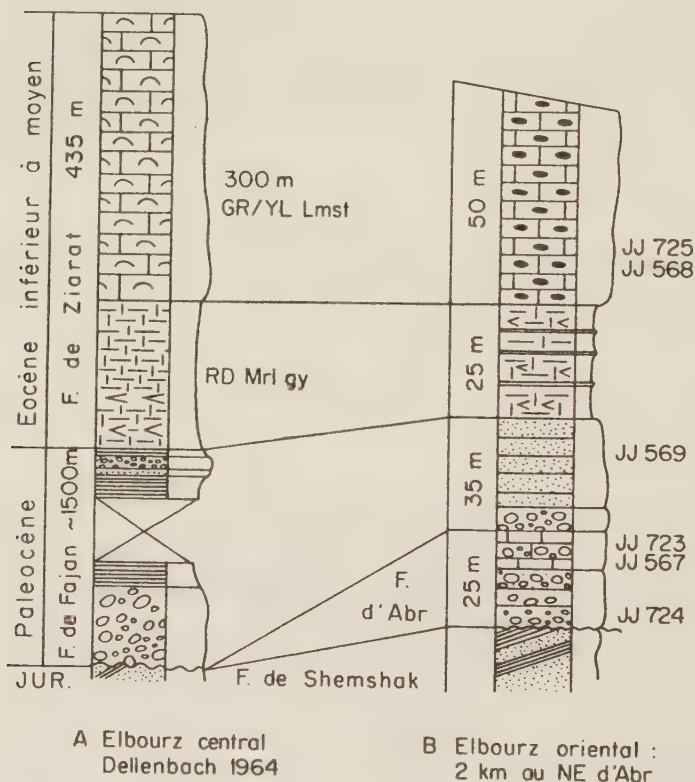


Fig. II. 19.1 Corrélation entre les Formations de Fajan et de Ziarat de l'Elbourz central et oriental.

II.20 Formation de Ziarat (Eocène)

II.20.1 Généralités

Au terme de l'épisode continental qui a régné durant le dépôt de la Formation de Fajan, des conditions lagunaires à franchement marines affectent à nouveau l'Elbourz et l'Iran central à l'Eocène.

Selon le Comité de Nomenclature Stratigraphique d'Iran (1964) la Formation de Ziarat comprend des marnes à gypse et des calcaires à Nummulites qui se sont déposés durant l'Eocène sur l'Elbourz central. Cette formation mesure 435 m dans la localité-type au SE de Teheran et repose normalement sur la Formation de Fajan. Elle est recouverte par la Formation de Karaj d'origine volcano-sédimentaire.

II.20.2 Région étudiée

La Formation de Ziarat est représentée par un unique affleurement de 3 km² de superficie situé à 2 km au NE d'Abr. Elle repose en concordance sur la Formation de Fajan et forme une structure synclinale bien visible sur les photographies aériennes. L'érosion a supprimé toute formation susjacente. La formation est près d'Abr de lithologie très comparable à celle de la coupe-type, bien que l'épaisseur soit réduite.

COUPE STRATIGRAPHIQUE D'ABR

(Fig. II.18.1 page 186 et II.19.1 page 188)

Sommet	Erodé
- 6 -	Grainstone calcaire fossilifère à débris de quartz roulés. Cristaux idiomorphes isolés de dolomie. Extraclastes dolomitiques et pelletoidiques (JJ 725, 568) photo 2 planche 13 page 195. Rognons de silex fossilifères extrêmement nombreux. Age : Eocène moyen à supérieur. Foraminifères : <u>Nummulites</u> sp. <u>Discocyclina</u> sp.
- 5 -	Marnes verdâtres à gypse et fins bancs de silex
Base	Grès rouges de la Formation de Fajan

II.21 Quaternaire

II.21.1 Loess

Le versant septentrional de l'Elbourz oriental doit sa richesse agricole à l'abondance de ses précipitations et à la couverture de loess, extrêmement fertile. Emporté par le vent des plaines du Turkménistan, un matériel silteux s'est accumulé sur les flancs des premiers chaînons de l'Elbourz à une époque froide et sèche où aucune végétation ne parvenait à le fixer au sol. Ces événements auraient pu se produire durant l'époque glaciaire, ce que RIEBEN (1966) envisage également lorsqu'il parallélise le loess de l'Elbourz avec l'horizon "B" des sédiments quaternaires des environs de Téhéran. Le loess de la région d'Aliabad est riche en gastéropodes terrestres quaternaires. Le Professeur L.Zaninetti a reconnu parmi ceux-ci:

Cyclostoma sp.

Si les agriculteurs lui doivent leur richesse, le loess gêne considérablement les recherches du géologue car il masque les roches plus anciennes sous quelques m à quelques dizaines de mètres de dépôts.

De rares affleurements montrent que des roches paléozoïques constituent l'ossature des collines de loess situées en avant-monts. Ces collines sont localement entaillées par des exploitations de loess pour la fabrication de briques (cf page 224). Lors des violentes pluies du printemps et de l'automne le loess est emporté et redéposé dans les plaines voisines où il sert de substratum aux cultures de coton.

II.20.2 ALLUVIONS

La région de l'Elbourz entre Aliabad et Shahrud est caractérisée par une grande épaisseur de sédiments alluviaux récents dont la cause est certainement une activité tectonique toujours agissantes, principalement des mouvements verticaux.

Un exemple est fourni dans la haute vallée de Fazelabad par une vallée secondaire de la rive droite dite d'Akhoran. La rivière a accumulé à son affluence plus de 20 m de cailloutis et de blocs. Se trouvant ensuite dans un état de déséquilibre important, la rivière a surcreusé son lit dans ses alluvions, formant ainsi un ravin aux parois abruptes. En amont, dans cette même vallée, des gorges entaillées dans les calcaires permien ont gêné l'évacuation des alluvions et formé ainsi une importante retenue de cailloutis.

On doit également à un alluvionnement intense dans la haute chaîne, la curieuse plaine de Soltan-Maïdan formée par le remplissage de la vallée par des sédiments de piedmonts.

A l'embouchure des vallées de Fazelabad et Aliabad dans la plaine de Gorgan les torrents ont formé des cônes de déjection longs de 15 km dans lesquels les rivières ont souvent surcreusé leur lit.

Je me suis limité à fournir quelques observations au sujet du Quaternaire montrant bien l'activité incessante des mouvements verticaux. Plusieurs niveaux d'érosion et terrasse successives se marquent dans la morphologie, mais l'ampleur du travail stratigraphique ne m'a pas laissé le loisir de m'y pencher. Je n'ai relevé sur les crêtes aucune trace d'activité glaciaire.

PLANCHE 13

FORMATION D'ABR

- Photo 1 Echantillon JJ723'
 Provenant de la coupe-type.
 Wackstone calcaire à "bird-eyes"
 Fragments de micogastéropodes et ostracodes.

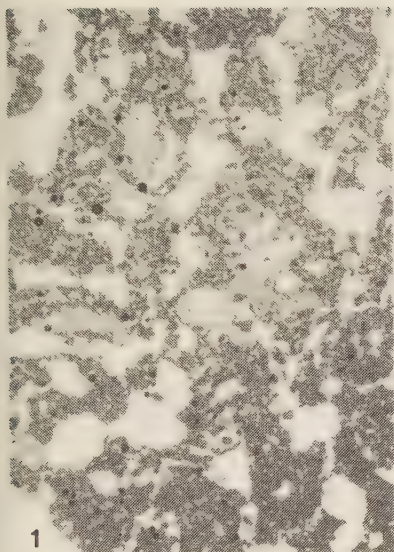
FORMATION DE ZIARAT

- Photo 2 Echantillon JJ568
 Provenant du synclinal d'Abr.
 Grainstone calcaire peu quartzeux et partiellement
 dolomitisé à Nummulites sp. et Discocyclus sp.

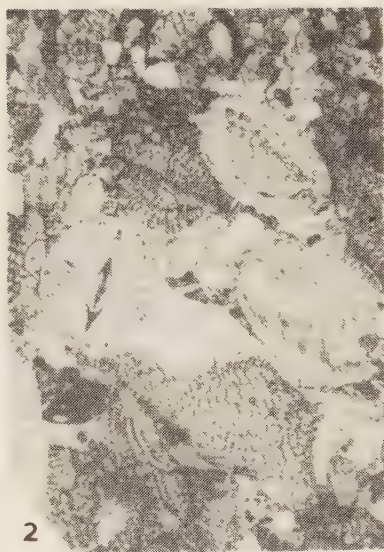
ROCHES ERUPTIVES

- Photo 3 Echantillon JJ432
 Provenant du SE de Chrinabad
 Basalte à olivine remplacée par de la calcite,
 plagioclases (An 60), biotite, chlorite, amphibole
 verte et minéraux opaques.
- Photo 4 Echantillon JJ430
 Provenant du N d'Abr
 Monzodiorite altérée à oligoclase séricitisée, hornblende
 brune altérée en sphène et chlorite, ilménite, épidote,
 apatite, calcite, minéraux opaques et quartz secondaire.

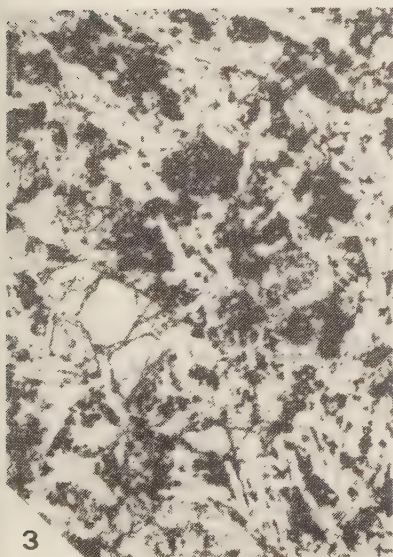
L'échelle représente 0,5 mm.



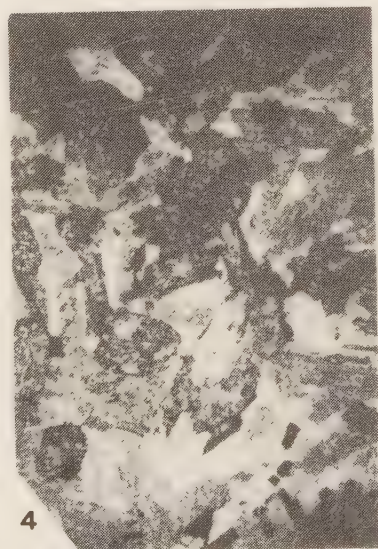
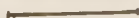
1



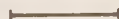
2



3



4



TROISIEME PARTIE

- 1 ROCHES ERUPTIVES
- 2 METAMORPHISME

III.1 Les roches éruptives

Les roches éruptives de la région d'Aliabad se composent essentiellement de sills, de dykes et de plutons. Quatre groupes de roches éruptives apparaissent:

- 1 Sills diabasiques associés aux Schistes de Gorgan
- 2 Basaltes interstratifiés dans les formations paléozoïques
- 3 Roches filoniennes post-triasiques
- 4 Roches plutoniques monzodioritiques

Les groupes 1 et 2 ont été traités dans la partie stratigraphique de ce travail dans les chapitres consacrés aux Schistes de Gorgan, aux Formations de Lalun, Shirgesht, Soltan-Maïdan et au Groupe de Khoshyeilagh. Il reste donc à décrire les roches filoniennes post-triasiques et les roches plutoniques.

III.1.3 Roches volcaniques filoniennes post-triasiques

Entre Aliabad et Shahrud les dykes sont concentrés dans la partie centrale de la chaîne de l'Elbourz. Cette région où j'ai observé également l'épaisseur maximale des basaltes siluriens et les plutons monzodioritiques coïncide avec la puissance maximale de la Formation de Shemshak immédiatement à l'E (STAMPFLI 1977). Il s'agit probablement d'une zone de faille très ancienne propices aux distensions.

Les dykes ne se distinguent pas sur les photographies aériennes en raison de la couverture végétale et ont donc été cartographiés sur le terrain. On peut penser qu'ils existent également au cœur des forêts que je n'ai pu visiter.

La majorité des dykes cartographiés se situent dans la région de Chirinabad. Leur direction moyenne est NW/SE et ils traversent les dolomies triasiques d'Elika. Je n'ai jamais observé ces dykes recoupant des formations plus jeunes, peut-être faute d'affleurements adéquats, mais à l'E (STAMPFLI 1977)

ils ne semblent pas couper des unités plus jeunes que la Formation de Shemshak dont ils pourraient être contemporains.

D e s c r i p t i o n p é t r o g r a p h i q u e

L'échantillon JJ432 provient du SE du village de Chirinabad d'un dyke situé sous la ligne à haute tension qui traverse la chaîne. (Photo 3, Planche 13, page 195).

Basalte à olivine fortement altéré.

- Olivine fréquente (20%) souvent remplacée par de la calcite. Cristaux intratelluriques.
- Biotite
- Minéraux opaques (3-4%)
- Plagioclases An 60 (20-30%)
- Chlorite
- Amphibole verte (hornblende?)
- Calcite fréquente en veinule et en remplacement.

Structure ophitique, fond recristallisé indéterminable.

Cette roche présente 3 temps de refroidissement et provient de la bordure du dyke.

II.1.4 Intrusions plutoniques

Les couches sédimentaires sont fortement dérangées le long de la piste reliant Abr à Chirinabad, immédiatement au N du col. De plus les calcaires paléozoïques montrent des signes d'intense recristallisation (figures de disjonction). Au coeur de la région perturbée affleure un pointement de roches monzodioritiques. Le sentier montant d'Abr vers Soltan-Maïdan traverse une zone présentant les mêmes caractéristiques mais sans roche plutonique apparante. A l'W, sous le Kou-e-Gol (Montagne de la Fleur), les strates carbonifères sont également affectées par des recristallisations. Des galets de monzodiorite sont visibles parmi les cailloutis dans la rivière toute proche, attestant la présence d'un massif cristallin en amont, hors de ma zone d'étude.

A 4 km au NE du Kou-e-Sarkhaneh, j'ai récolté un gabbro à olivine pseudomorphisée, hornblende, augite altérée (ouralite, trémolite-actinote), plagioclases (60% An) et calcite secondaire. Cette roche affleure parmi les calcaires de la Formation de Mobarak et je la rattacherai, avec réserves, aux intrusions monzodioritiques dont elle pourrait constituer un terme de différenciation.

Ces diverses zones s'alignent le long d'un axe E/W. Cette direction ne correspond pas à un accident tectonique décelable, mais dénote peut-être la présence de la zone de faiblesse profonde discutée dans le chapitre précédent.

Age des intrusions plutoniques

Au N d'Abr, les terrains liasiques de la Formation de Shemshak sont perturbés, prouvant ainsi l'âge post-liasiques de l'intrusion. Cet âge est en accord avec deux datations absolues (par K/Ar sur roche totale indiquant 170 MA ($\pm 1,1$) et 185 MA (± 9)).

P é t r o g r a p h i e d u p l u t o n d ' A b r

Roche altérée à structure hypidiomorphe à panidiomorphe grenue.
(photo 4 planche 12 page 195).

Contenant : Oligoclase partiellement transformé en séricite
 Hornblende brune altérée en sphène et chlorite
 Ilménite
 Epidote
 Apatite aciculaire
 Calcite
 Minéraux opaques
 Quartz d'origine secondaire

Diagnose : Monzodiorite ayant subit un métamorphisme épizonal

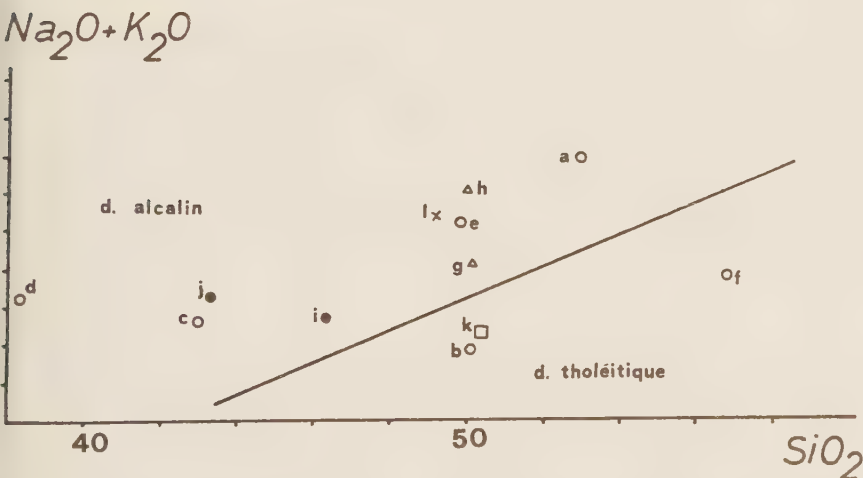
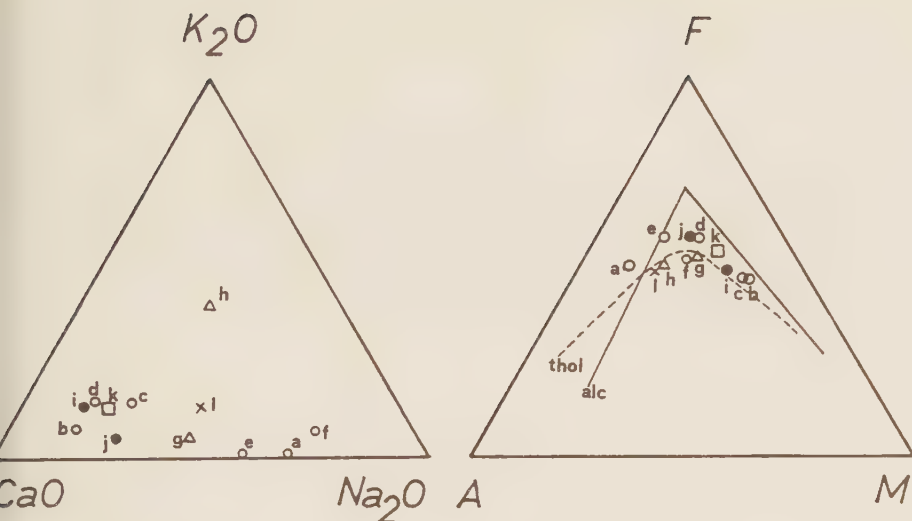
Analyse chimique : Echantillon JJ430

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O
49,06	2,50	17,99	6,98	3,71	05	3,4	5,5	4,85
K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O+	CO ₂	Somme				
1,67	.66	2.27	0.27	99.51				

Age absolu (K/Ar sur roche totale) : 170 M.A. $\pm$ 1,1

C o n c l u s i o n s

Les roches éruptives de la région cartographiée bien que de chimisme et de pétrographie variables, se rangent pratiquement toutes dans le domaine alcalin, indiquant par ce fait l'existence d'une croûte continentale sous-jacente (fig. III.1.1 page 203).



MAC DONALD, KATSURA (1964)

SCHISTES DE GORGAN

G - JJ315

H - JJ368

FORMATION DE LALUN

K - JJ376

GROUPE DE KHOSHYEILAGH

I - JJ420

J - JJ552

PLUTON

L - JJ430

BASALTES DE SOLTAN MAIDAN

A - JJ419

B - JJ362

C - JJ501

D - JJ521

E - JJ572

F - JJ645

Fig.III.1.1 Répartition des roches éruptives.

III.2 M é t a m o r p h i s m e

Les roches de la région d'Aliabad et Shahrud sont en partie affectées par un métamorphisme de faible intensité. L'étude pétrographique des roches éruptives a apporté la plupart des informations concernant son intensité, et a permis de distinguer deux gradients : un vertical et un horizontal.

III.2.1 V a r i a t i o n v e r t i c a l e d e l' i n t e n s i - t é d u m é t a m o r p h i s m e

Fig. III.2.1 page 205

L'épaisseur cumulée de la série stratigraphique régionale atteint 7000 m au-dessus des schistes précambriens. Cette épaisseur est suffisante pour expliquer le degré de métamorphisme d'une partie au moins des sédiments profonds. La corrélation peut apparaître sous une surcharge de 3000 m (SAWATZKI, 1975). Son existence à la base de la Formation de Shemshak n'implique donc rien d'autre qu'un métamorphisme de charge

De même, le faciès à pumpellyite des Basaltes de Soltan Maïdan, de la Formation de Shirgesht et de Lalun est expliqué par les 6000 m de sédiments sus-jacent.

Toutefois le métamorphisme de charge ne permet pas d'expliquer les degrés de métamorphisme observés dans le N de la chaîne.

III.2.2 V a r i a t i o n l a t é r a l e d e m é t a m o r - p h i s m e

Fig.III.2.2

Dans la partie N de la chaîne de l'Elbourz, les interbanes du

FORMATION	EPAIS	TOTAL	FACIES ZEOLITES ET PREHNITE- PUMPELLYITE	FACIES SCHISTES VERTS		TEMPERATURE grad.géo.30°C/km
				QU-ALB-MUSC-CHL	QU-ALB-EPI-BIO	
POST-SHEMSHAK	1000	1000				20
SHEMSHAK	2000	3000	■ corrensite			50
ELIKA	200	3200				100
DORUD-RUTEH-N.	400	3600				
GHESELGHALEH	400	4000				
MOBARAK	400	4400				150
KHOSHYEILAGH	1100	5500				
PADEHA	300	5800				
SOLTAN-MAIDAN	700	6500	■	■		200
SHIRGESHT	200	6700	■			
LALUN	100	6800	■			
SCHISTES GORGAN	1800	8600		■		250

Fig. III. 2.1 Evolution verticale de l'intensité du métamorphisme, dans la région d'Aliabad

FACIES	SOUS-FACIES	REPARTITION GEOGRAPHIQUE SUR L'AIRe ETUDIEE		
		NORD	CENTRE	SUD
Faciès zéolites			○	
F. prehnite-pumpellyite			+ ▲	●
Faciès schistes verts	qu-alb-musc-chl	■ ● □		△
	qu-alb-épi-bio			
Faciès amphibolite à épidote	qu-alb-épi-alm			

■ SCHISTES DE GORGAN

▲ F. DE SHIRGESHT

● BASALTES DE SOLTAN-MAIDAN

○ F. DE SHEMSHAK

△ MONZODIORITE

□ C. DE MOHAMADABAD

+ F. DE LALUN

Fig. III.2.2 Variation latérale des faciès métamorphiques

Groupe de Khoshyeilagh sont nettement schisteux et les calcaires souvent recristallisés, contrastant avec les mêmes niveaux très marneux de la partie méridionale.

L'augmentation du métamorphisme en direction du N est démontrée également par les Basaltes de Soltan-Maïdan qui sont affectés au S d'un métamorphisme "à pumpélllyite" alors que ces mêmes basaltes entrent au N dans le faciès "Schistes verts".

La partie N de la chaîne a pourtant subi un métamorphisme de charge plus faible que le S, car plusieurs formations (cf chap. IV.2.1 page 210) connues dans la partie méridionale de la zone d'étude ne se sont jamais déposées au N. Il faut donc invoquer pour expliquer cette augmentation de l'intensité du métamorphisme vers le N un autre mécanisme, probablement un métamorphisme orogénique ou un gradient géothermique plus élevé.

QUATRIEME PARTIE

1 TECTONIQUE

IV.1 T e c t o n i q u e

L'Elbourz oriental n'a été soumis qu'à des mouvements épirogéniques durant une longue période s'étendant de l'Infracambrien au Trias moyen. On peut y voir les lointains contre-coups des orogénèses calédoniennes et hercyniennes. Les plissements karéliens et alpins ont par contre affecté les formations.

IV.2. Résumé de l'évolution structurale

IV.2.1 Paléozoïque et Trias

(Fig. IV.1.1 page 212)

L'évolution structurale est conditionnée par la présence du noyau de Schistes cristallins précambriens de Gorgan à sa limite N. Cet ensemble a été plissé et métamorphisé durant une orogénèse protérozoïque (phase karélienne).

Si les informations géologiques sont abondantes en ce qui concerne l'évolution des unités lithologiques en direction du S, elles manquent en revanche totalement au N en raison de l'absence d'affleurements. L'effondrement du bassin S de la Caspienne au Tertiaire a enfoui les sédiments paléozoïques et mésozoïques sous une épaisse série cénozoïque. Un forage situé 10 km au NW de Gonbad-e-Qabus a touché la Formation de Shemshak à 5800 m de profondeur (JAAFARI, GHADIMI 1971).

Fig. IV.1.1 Coupe A

Les Formations infracambriennes, si bien développées en Iran oriental et dans l'Elbourz septentrional, au niveau de Damghan n'apparaissent pas. Elles doivent se terminer en biseau le long du dôme de Schistes de Gorgan qui constituait à l'époque un haut fond ou une dorsale émergée.

Le sommet de la Formation de Lalun affleure et la fréquence des éléments provenant des Schistes de Gorgan parmi ses composants prouve que ceux-ci étaient érodés, probablement à l'air libre.

La Formation de Mila (Cambrien moyen à Ordovicien) se biseaute également et seul affleure le membre 5, ou Formation de Shirghest. La région considérée constitue vraisemblablement la bordure septentrionale de la mer ordovicienne peu profonde qui s'étendait sur l'Iran central.

Coupe B

Un épisode d'épanchement basaltique important se produit après l'Ordovicien supérieur. L'épaisseur maximale apparente des basaltes se situe à l'extrême S de la région étudiée, endroit où l'on peut placer les cheminées d'alimentation.

La Formation de Padeha, d'âge dévonien inférieur montre une sensible diminution d'épaisseur en direction du N. Son faciès essentiellement gréseux devient plus dolomitique vers le S.

Coupe C

Les sédiments dévono-carbonifères inférieurs se déposent sur toute la zone d'étude. A l'Eifélien la partie S du terrain était encore émergée alors que des sédiments marins se déposaient plus au N. L'influence du dôme de Schistes de Gorgan ne se fait pas sentir.

Coupe D

Les diverses sections de la Formation de Gheselghaleh montrent bien la présence d'une mer au N et de zones émergées au S. La région était située à l'extrême limite du domaine marin et les faciès montrent une alternance de domaines subcontinentaux et marins peu profonds, agités. Dans le S on trouve même des intercalations charbonneuses dans les sédiments carbonifères moyens.

Coupe E

Dès le Permien inférieur une mer chaude et peu profonde recouvre à nouveau tout l'Elbourz oriental, déposant les calcaires à algues et fusulines de la Formation de Dorud.

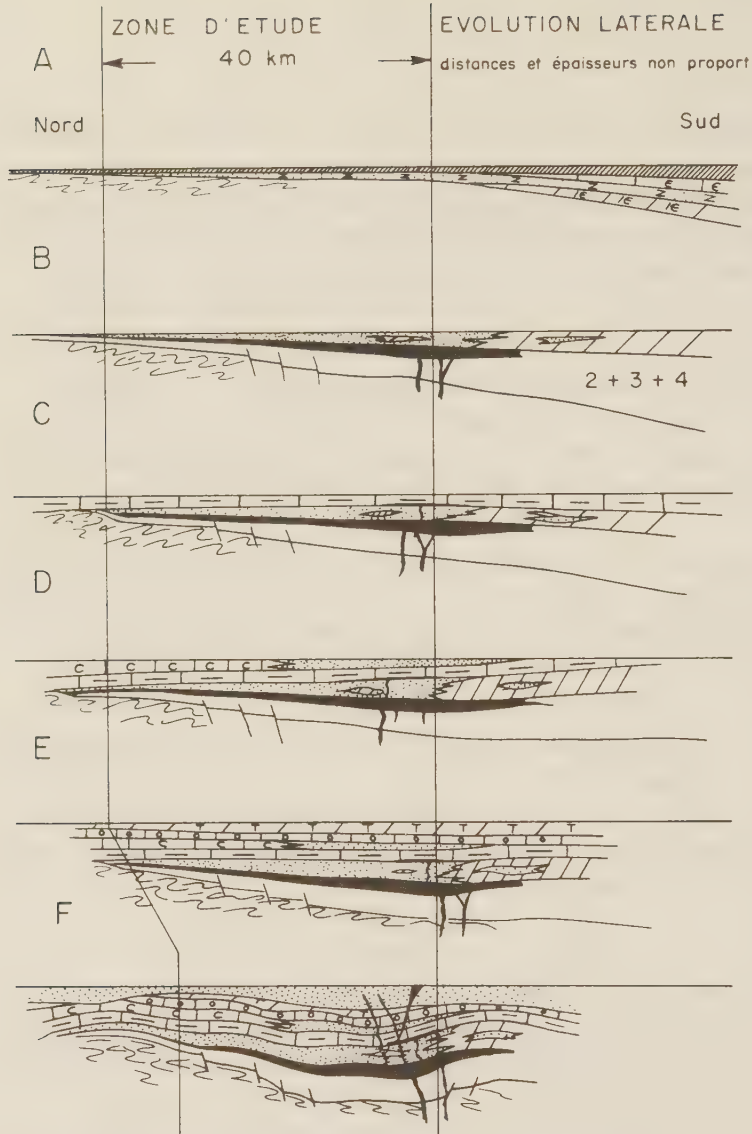
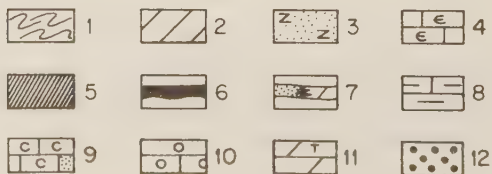


Fig. IV. 1.1 Evolution structurale schématique de la région d'Aliabad et Shahrud

Légende :



La sédimentation essentiellement carbonatée se poursuit durant le Permien supérieur: entrecoupée de deux émerisions soulignées par les niveaux latéritiques sur lesquels les calcaires et les dolomies triasiques se déposent avec une légère discordance. Au Trias inférieur, des conditions plus littorales régnaient au N (où le bloc "caspienne" était probablement émergé).

Coupe F

Les "hard-grounds" du sommet des sédiments triasiques traduisent un épisode de non déposition avec émerision générale probable, ceci due aux plissements qui ont précédés le dépôt des grès paraliques de Shemshak. En même temps il faut signaler une activité magmatique représentée essentiellement par des dykes diabasiques et des intrusions plutoniques de nature monzodioritique. L'épaisseur maximale de la Formation de Shemshak sur la superficie cartographiée devait, selon les données fournies immédiatement à l'E (CORSIN et STAMPFLI, 1977) se situer au S et au centre.

La Formation de Shemshak transgresse au N sur la Formation d'Elika amputée de son membre calcaire sommital et au S directement sur la Formation de Dorud.

Légende de la Figure IV.1.1

Les limites discordantes n'ont pas été dessinées.

- 1 Schistes de Gorgan
- 2 Infracambrien (F. Zaigun, Barut, Soltanieh, Bayandor)
- 3 Formation de Lalun
- 4 Formation de Mila
- 5 Formation de Sirghesht
- 6 Basaltes de Soltan-Maïdan
- 7 Formation de Padeha
- 8 Groupe de Khoshyeilagh et Formation de Mobarak
- 9 Formation de Gheselghaleh
- 10 Formations de Dorud, Ruteh et Nesen
- 11 Formation d'Elika
- 12 Formation de Shemshak

IV.2.2 Jurassique, Crétacé et Cénozoïque

C'est aux phases alpines que l'Elbourz doit sa complexité et sa structure actuelle.

A Phase cimmérienne ancienne

On peut attribuer à ces mouvements le plissement des sédiments paléozoïques et triasiques avant le dépôt de la Formation de Shemshak. L'intensité de ce plissement est faible et la discordance entre les Formations de Shemshak, d'Elika ou de Ruteh est cartographiable seulement.

B Phase cimmérienne

La première phase de plissement importante se produit durant le Dogger supérieur avant la déposition de la Formation de Lar. Cette dernière transgresse dans la région de Kou-e-Ghali-Moran sur des terrains paléozoïques plissés.

Durant la fin du Mésozoïque aucun plissement ne se produit, la présence de lacunes stratigraphiques doit être attribuées à des mouvements épirogéniques.

C Phase laramienne

Les sédiments tertiaires (Formations de Fajan et Ziarat) reposent avec une forte discordance angulaire sur un substratum mésozoïque près d'Abr.

D Phase tardi-alpine

Enfin on observe le long de la route de Khoshyeilagh près de Chehel Dokhtar, les sédiments pliocènes (Formation des Hezar Darreh) recouvert avec forte discordance angulaire par des conglomérats pléistocènes.

Les importantes accumulations de sédiments quaternaires signalées plus haut (Chap. II.20.2 page 192) ainsi que les secousses sismiques récentes témoignent d'une activité tectonique actuelle certaine.

Phases orogéniques	Etages		Elbourz oriental Région étudiée
Tardi-alpines	HOLOCENE	O	ALLUVION
	PLEISTOCENE		
	PLIOCENE	TERTIAL.	
	MIOCENE		
	OLIGOCENE		
	EOCENE		ZIARAT
	PALEOCENE		FAJAN
	MAESTRICHTIEN	CRETACE	
	CAMPANIEN		
	SANTONIEN		
	CONIACIEN		GHALI-MORAN
	TURONIEN		
	CENOMANIEN		
	ALBIEN		
	APTIEN		JAMI SHURAN
	BARREMIEN		
	HAUTERIVIEN		POQALEH
Cimmériennes	VALANGINIEN	JURASSIQUE	
	BERRIASIEN		
	PORTLANDIEN		LAR
	KIMMERIDGIEN		
	OXFORDIEN		
	CALLOVIEN		
	BATHONIEN		
	BAJOCIEN		
	AALENIEN		
	TOARCIEN		
Cimérienne ancienne	PLIENSBACHIEN	TRIAS	
	SINEMURIEN		
	HETTANGIEN		
	RHETIEN		
	NORIEN		
	CARNIEN		
	LADINIEN		
	ANISIEN		
	SCYTHIEN		ELIKA

Fig.IV.2.1 RESUME DES MOUVEMENTS "ALPINS s.l."

En tramé : lacunes

Lignes ondulées : discordance

Grandes sinusoïdales : plissement

IV.3 Le style tectonique est assez comparable au type "jurassien" sans décollement cependant. La tectonique est caractérisée par des plis généralement modérés d'axe SW-NE. Un réseau de failles de même orientation détermine des grands blocs allongés suivant cet axe.

Toutes les failles observées sur les photoaériennes et sur le terrain sont subverticales. Aucun déversement vers le S ou le N n'apparaît.

Faille $\propto 1$ Rejet indéterminable

Cette faille bien visible sur les photographies à grande échelle prise par les satellites, est mal discernable sur le terrain. Elle doit en fait être associée à tout un grand réseau d'accidents produit par l'enfoncement du "bloc" sud-Caspienne. Cet enfoncement s'est produit dès le Crétacé ainsi qu'en témoignent les épaisses séries crétacées et tertiaires traversées par les sondages dans la plaine de Gorgan.

Faille $\propto 2$ Rejet indéterminable

Cet accident sépare les Schistes de Gorgan des terrains paléozoïques et va probablement se raccorder à $\propto 1$. Le fait que cette faille soit distinguable sur les photographies aériennes traduit peut-être des mouvements quaternaires.

Faille $\propto 3$ Rejet : 1500 m, diminue vers l'E.
Abaisse le compartiment SE.

Faille $\propto 4$ Rejet : 2000 m au niveau du Ghali-Moran.
Rive N du "graben" du Ghali-Moran.

Faille $\propto 5$ Rejet maximum 4000 m.

A relevé le compartiment S. Avec $\propto 5'$ isole le bloc du Paléozoïque inférieur du Chirinabad, mettant en contact le Cambrien inférieur avec le Jurassique inférieur.

Faille α 6 Rejet : 2000 m au niveau du Ghali-Moran
 Limite le bord S du "graben" du Ghali-Moran. L'importance de la faille diminue vers le SW.

Faille α 7 Rejet : 2500 m.
 Relève la partie S

Faille α 8 Rejet : 1000 m.
 Cet accident marque la limite S de la chaîne de l'Elbourz. Parfaitement rectiligne, cette faille a relevé l'Elbourz par rapport à la plaine. Le seul affleurement au S de la faille appartient à la Formation de Shirgesht et se trouve en contact avec le Groupe de Khoshveilaq. Le bloc N est donc relevé de 1000 m. environ.

De nombreuses failles d'importance moindre affectent la région cartographiée. De plus des alignements sont visibles sur les photographies aériennes, il doit s'agir de cassures quaternaires superficielles.

Schématiquement, sur le segment considéré, l'Elbourz est limité au N et au S par des failles qui l'ont soulevé par rapport à la plaine. Le coeur de la chaîne est par contre abaissé par une série de failles symétriques.

IV.2.3 A c t i v i t é s i s m i q u e

La région étudiée ici apparaît à l'extrême E de la carte sismotectonique du N de l'Iran central (G.S.I. Rep. 29). 5 séismes qui se sont produits entre 1962 et 1972 y figurent. Leur localisation est trop imprécise pour envisager de les attribuer à un quelconque accident tectonique. N. AMBRASSEYS (1974) dans sa compilation des tremblements de terre historiques signale de nombreux séismes destructeurs et meurtriers sur le secteur étudié ou à proximité.

Décembre 856 Destruction de Damghan, graves dommages à Bastam (Shahrud). Ce tremblement de terre a été ressenti de Nichapour à Ispahan. La secousse déclencha des glissements de terrains

1140 Secousse à Damghan

Avril 1830 Destruction de 70 villages de l'Elbourz oriental

11 juillet 1890 Destruction du village de Siah Margou (SW de la région cartographiée) sans perte humaine. La ville d'Asterabad (Gorgan) est partiellement détruite.

Plus récemment, le 30 juillet 1970 une secousse de magnitude 6,8 Richter a ébranlé la région de Damghan en y provoquant 40 décès.

Le 7 septembre 1974, lors d'un bivouac entre Soltan-Maïdan et Alestone, une secousse de magnitude 2,5 a été ressentie.

Ces données, bien que fragmentaires, montrent que l'activité tectonique de la région est actuellement importante. Le surcreusement des alluvions par les rivières et les cassures observées sur les photographies aériennes sont des arguments supplémentaires pour démontrer l'instabilité de cette partie de l'Elbourz.

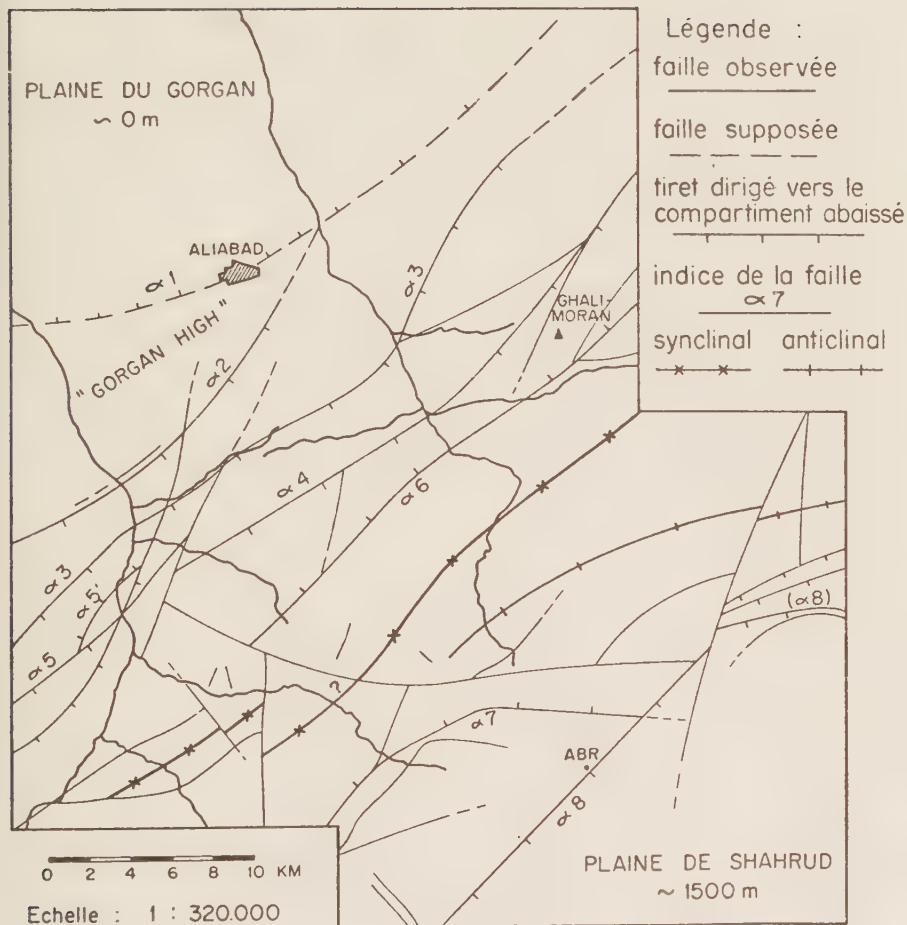


FIG. IV. 2. 2 CARTE STRUCTURALE DE L'ELBOURZ ORIENTAL
ENTRE ALIABAD ET SHAHRUD

Q	Alluvions
QL	Loess
MR	Conglomérats et grès du Miocène
KG	F. de Gali Moran (Crétacé supérieur)
KJ	F. de Jami Shuran (Crétacé inférieur)
KP	F. de Poqaleh (Crétacé inférieur)
JL	F. de Lar (Jurassique supérieur)
JS	F. de Shemshak (Jurassique inférieur à moyen)
TR	F. d'Elika (Trias)
PN	F. de Nesen (Permien supérieur)
PR	F. de Ruteh (Permien supérieur)
PD	F. de Dorud (Permien inférieur)
P	Permien indifférencié
CG	F. de Gheselghaleh (Carbonifère moyen et supérieur)
CM	F. de Mobarak (Carbonifère inférieur)
DK	G. de Khoshyeilagh (Dévonien moyen et supérieur)
DP	F. de Padeha (Dévonien inférieur)
SSM	Basaltes de Soltan Maïdan (Silurien)
OS	F. de Shisgesht (Ordovicien)
CL	F. de Lalun (Cambrien inférieur)
IE	Couches de Mohamadabad (Infracambrien)
pC	Schistes de Gorgan (Précambrien)

Légende des figures IV.2.3 et IV.2.4

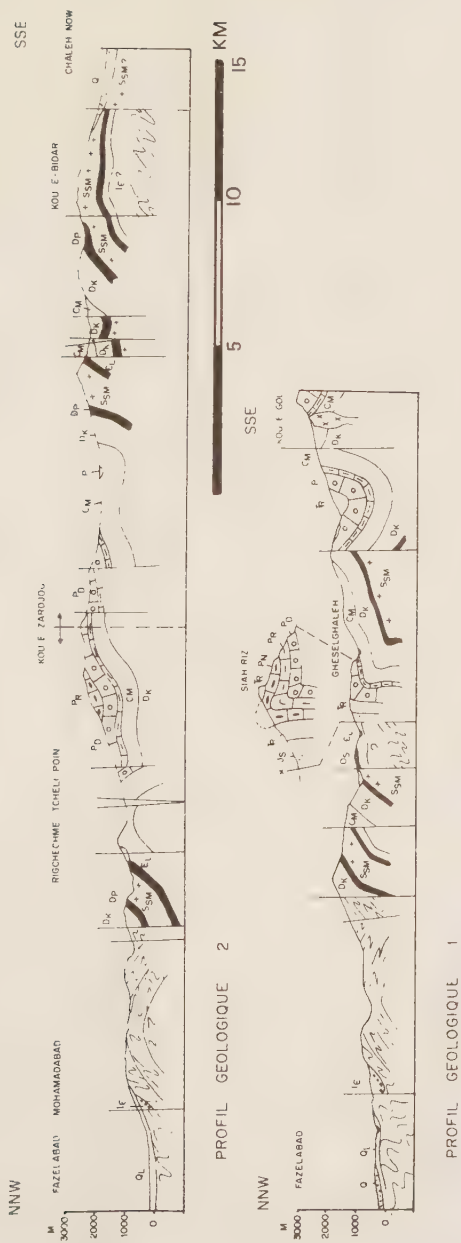
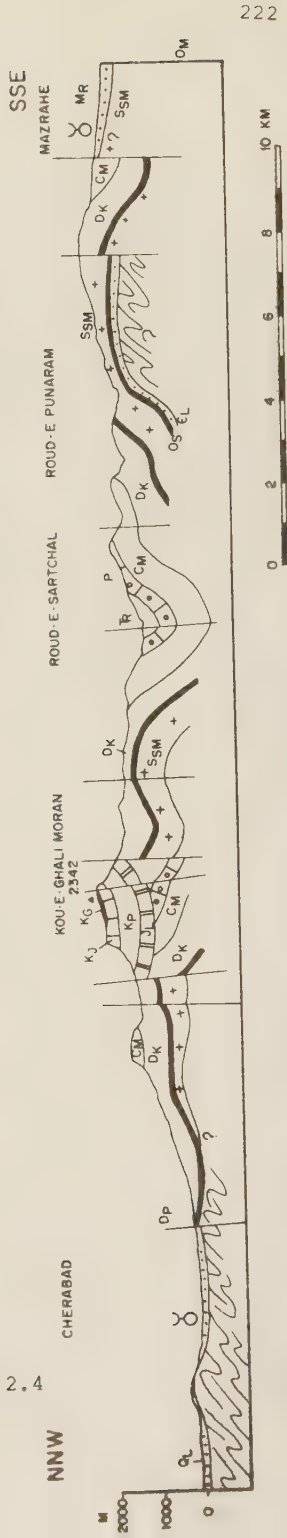
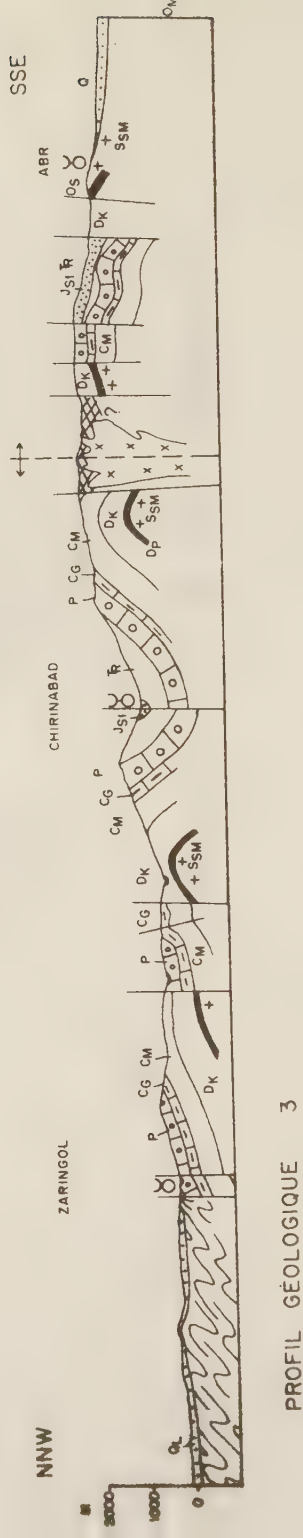


FIG. IV.2.3

FIG. IV.2.4



PROFIL GÉOLOGIQUE 4



PROFIL GÉOLOGIQUE 3

CINQUIEME PARTIE

1 MATERIAUX UTILES

V.1 Matériaux utiles

Les assises sédimentaires et volcaniques contiennent des matières utiles, mais exception faite des matériaux de construction, aucune exploitation ne me semble rentable. On peut distinguer, les matériaux de construction, les combustibles et les minerais.

III.2.1 Matériaux de construction

Les assises du Dévonien dans la partie N et les calcaires à oncoïdes de la Formation de Dorud pourraient servir d'excellentes pierres de taille, mais l'éloignement de tout centre d'utilisation ne justifie pas une exploitation.

De même l'imposante masse de gypse de la haute vallée de Fazelabad ne servira-t-elle encore longtemps qu'à une exploitation locale et temporaire. La masse de gypse affleure sous les calcaires dévoniens, mais la présence de nombreuses inclusions suggère plutôt une origine diapirique. La Formation de Padeha et l'Infracambrien sont les habituels producteurs de gypse en Iran.

La Formation de Padeha est, toute proche, gréseuse, j'opterai donc pour une origine infracambrienne du gypse, bien que ces dépôts ne soient pas connus en surface dans la région étudiée. De plus, la présence d'éléments de basalte témoigne d'une position stratigraphique probable sous les Basaltes de Soltan-Maïdan.

Parmi les matériaux de construction exploités, il ne faut pas omettre de signaler le loess activement extrait des carrières au S d'Aliabad et à plus petite échelle sur tous les flancs N de l'Elbourz oriental où il mesure souvent plusieurs dizaines

de mètres d'épaisseur. Des tuyaux et des briques de loess sont cuits dans des fours rudimentaires.

V.1.2 Combustibles

Charbon

La Formation de Shemshak est l'habituel producteur de charbon en Iran. Cette formation renferme près d'Abr des veines de charbon ayant fait l'objet d'une exploitation artisanale. Abandonnée depuis quelques années, l'extraction est en voie de reprise. Aucun autre affleurement de la formation n'offre dans le secteur étudié la moindre possibilité d'exploitation. Des traces charbonneuses existent également dans la Formation de Gheselghaleh sur le versant méridional de la chaîne.

Pétrole

Les calcaires noirs du Groupe de Khosheilagh et les dolomies de la Formation d'Elika dégagent souvent une odeur fétide. Des suintements d'asphaltes sourdent des dolomies triasiques dans les gorges au S du village de Chirinabad (Vallée d'Alia-bad). Si la lithologie observée présente des possibilités de roches mères notamment les calcaires à tasmanacées du Carbonifère moyen et de couches réservoirs potentielles aucune structure ne semble présenter d'intérêt de recherche sur la superficie cartographiée.

V.1.3 Minerais

Cuivre

Des enduits de malachite sont disséminés dans les fractures de Basaltes de Soltan Maïdan immédiatement au N du village de Kholindareh. Ces mêmes couches ont fait l'objet d'exploit-

tation très rudimentaire à Kalate Hadji Abdul Hossein pour la même raison. STAHL (1911) signale la présence de minerais de cuivre à Abr.

F e r

Sans pouvoir parler de gisement de fer, on peut néanmoins signaler que les diabases interstratifiées parmi les Schistes de Gorgan sont parfois très riches en limonite et hématite.

Enfin, à en croire les montagnards, la région recèle des mines d'or et d'argent qu'il faudra chercher mieux que je ne l'ai fait.

CONCLUSIONS

Les terrains protérozoïques inférieurs sont affectés en Iran par une orogénèse contemporaine de l'orogénèse karélienne de la plate-forme russe. Durant cette orogénèse, ces terrains ont été plissés, métamorphisés puis traversés par des intrusions granitiques représentées par les massifs de Muteh, Doran et Bor-navard (cf. p. 37). Des masses granitiques de cet âge devaient également exister au N du secteur étudié. Ceci est démontré entre Aliabad et Shahrud par la fréquence des cristaux de zircon, tourmaline et microcline dans les quartzites des Formations de Lalun et Padeha. La présence de ces minéraux indique que ces quartzites proviennent en partie tout au moins de l'érosion de granites. La Formation de Padeha est essentiellement quartzreuse dans l'Elbourz oriental tandis qu'elle devient dolomitique en Iran central. Cette situation prouve que l'Elbourz était proche de la zone d'alimentation en détritiques. Cette région devait se situer au N de la région cartographiée car l'on ne connaît aucun massif granitique au S de Shahrud. Les ignimbrites de Mohamadabad peuvent être considérées comme l'équivalent extrusif des granites protérozoïques.

Les unités infracambriennes se terminent en biseau contre le dôme de Schistes de Gorgan qui, durant le Protérozoïque supérieur devait constituer une dorsale émergée. Les Schistes de Gorgan ont fourni une partie des constituants de grès de Lalun et Padeha. Les formations du Cambrien et de l'Ordovicien sont réduites par rapport à leurs équivalents du S de l'Elbourz à Damghan et de l'Iran central. Les formations du Silurien et du Dévonien inférieur montrent une importante diminution d'épaisseur vers le N entre Aliabad et Shahrud.

L'influence de la dorsale de Schistes de Gorgan cesse dès le Dévonien moyen, représenté par des dépôts calcaires transgressifs sur ces schistes. La sédimentation carbonatée se poursuit durant le Dévonien supérieur et le Carbonifère inférieur. Au Carbonifère moyen s'amorce une régression dont témoignent les grès et les passées charbonneuses intercalées dans les calcaires de la Formation de Gheselghaleh. Les dépôts permien sont des calcaires souvent peu profonds et des grès ferrugineux, témoins de courtes émergences.

Cette évolution géologique de l'Elbourz oriental au cours du Précambrien supérieur et du Paléozoïque peut se transposer sur le schéma de la rencontre d'une plaque océanique avec une masse continentale (DIETZ, 1972).

La rencontre et la subduction d'une plaque océanique sous la bordure de la plate-forme gondwanienne au N de l'Elbourz explique l'apparition d'un dôme émergé, plissé, métamorphisé et percé par des intrusions acides (fig.V.1.1). Les périodes de forte sédimentation détritique correspondent à des mouvements verticaux soulevant le bord N de la plate-forme gondwanienne. La disparition de cette ride au Dévonien moyen est attribuable soit à l'érosion soit à la subsidence. Le témoin d'un océan protérozoïque est peut-être le fragment de croûte océanique basaltique que les géophysiciens ont mis en évidence sous la partie S de la mer Caspienne (FEYDYNISKY et al., 1972). Cet océan subsistera jusqu'au Trias supérieur où s'effectue probablement la jonction de la plaque irano-afghane avec l'Eurasie. Les éléments de radiolarites et d'éruptif sous-marin que l'on observe dans les grès liasiques de la Formation de Shemshak peuvent s'expliquer par une émergence temporaire de la croûte océanique.

La dérive de la plaque irano-afghane vers l'Eurasie crée un océan entre cette dernière et le Gondwana (Neotéthys de STÖCKLIN, 1975) auquel la région qui correspondra au Zagros reste attachée. Des "rifts" fracturent l'Iran durant le Mésozoïque isolant ainsi le microcontinent de l'Iran central et oriental (TAKIN, 1972). A la fin du Crétacé le continent afro-arabique vient percuter l'Iran en raison de sa rotation senestre. Cette rencontre entraîne la surrection du Zagros, la fermeture des rifts et le plissement de l'Elbourz acculé contre le continent eurasiatique. En même temps, une très grande subsidence affecte la plaine de la Caspienne. Les 15 à 25 km de sédiments que la géophysique met en évidence au-dessus d'un substratum basaltique seraient les témoins de l'effondrement de cette région (FEYDYNISKY et al., 1972).

ELBOURZ N.E

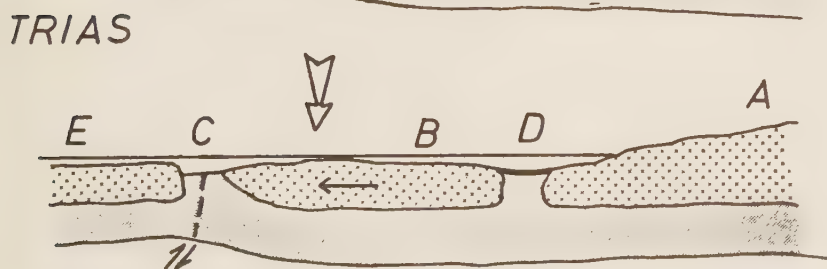
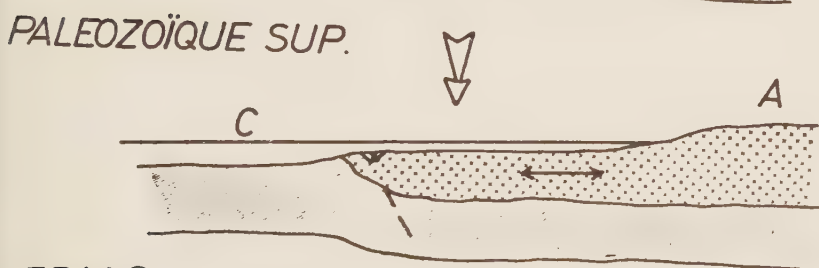
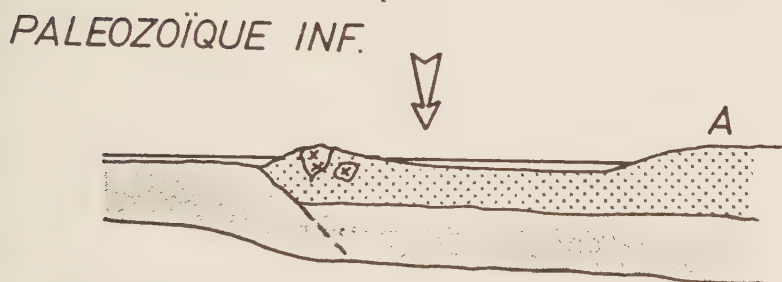
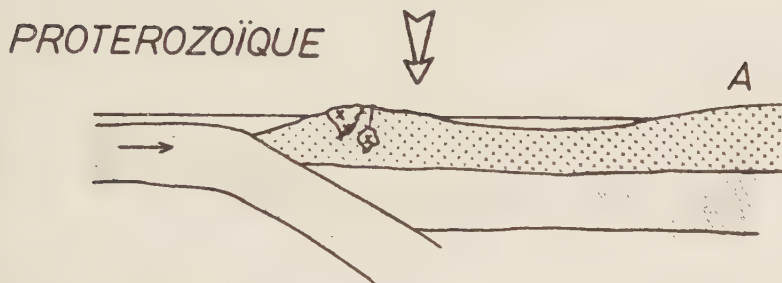


FIG.V.1.1 RECONSTITUTION HYPOTHETIQUE DE LA SITUATION
DE L'ELBOURZ ORIENTAL DURANT LE PALEOZOÏQUE
ET LE TRIAS DANS LE CONTEXTE DE LA TECTONIQUE
DES PLAQUES.

AHMADZADEH, M. * 1971

STRATIGRAPHISCHE UND PALEONTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM UNTERCARBON
DES ZENTRAL ELBURZ, IRAN
CLAUSTHALER GEOL. ABH., V. 7, PP. 1-104

ALAVI M * BOLOURCHI MH * 1973

EXPLANATORY TEXT OF THE MAKU QUADRANGLE MAP
GEOL. SURV. IRAN REP. A1

ALAVI-NAINI, M. * 1972

ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE DJAM
GEOL. SURV. IRAN REP. 23, PP. 1-288

AMERICAN COMMISSION OF STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE * 1970

CODE OF STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE
AMER. ASSOC. PETR. GEOL. 22P

ASSERETO, R. * 1966

THE JURASSIC SHEMSHAK FORMATION IN CENTRAL ELBURZ (IRAN)
RIV. ITAL. PALEONT. STRAT., V. 72, N. 4, PP. 1133-1182

ASSERETO, R. * BARNARD P. D. W. * FANTINI-SESTINI, N. * 1968

JURASSIC STRATIGRAPHY OF THE CENTRAL ALBORZ (IRAN)
RIV. ITAL. PALEONT. V. 74, N. 1, PP. 2-21

ASSERETO, R. * 1963

THE PALEOZOIC FORMATIONS IN CENTRAL ELBURZ IRAN
RIV. ITAL. PALEONT. V. LXIX, N. 4 PP. 503-543

BARNARD, P. D. W. * 1967

THE GEOLOGY OF THE UPPER DJADJERUD AND LAR VALLEYS (NORTH IRAN) II
PALEONTOLOGY, FLORA OF THE SHEMSHAK FORMATION. PART 1. LIASSIC PLANTS
FROM DORUD
RIV. ITAL. PALEONT., V. 71, N. 4, PP. 1123-1168

BARNARD, P. D. W. * 1967

THE GEOLOGY OF THE UPPER DJADJERUD AND LAR VALLEYS (NORTH
IRAN) II. PALEONTOLOG. FLORA OF THE SHEMSHAK FORMATION. PART. 2. LIASSIC
PLANTS FROM SHEMSHAK AND ASHTAR
RIV. ITAL. PALEONT. V. 72, N. 2, PP. 539-566

BAUD A. * BRONNIMANN P. * ZANINETTI L. * 1974

SUR LA PRESENCE DE MEANDROSPIRA PUSILLA (HO) (FORAMINIFERE) DANS LE TRIAS
INFERIEUR DU KUH-E-ALI BASHI, JULFA, N-W IRAN
PALAONT. ZEIT. 48 3/4 PP. 205-213 STUTTGART

BONNARD, E. G. * 1944

CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DE L'IRAN DE L'EST. MECHED.
ECLOG. GEOL. HELV. V. 37, N. 2, PP. 351-354

BOZORGNIA H. * 1970

GEOLOGICAL MAP OF SOUTH FLANK OF EAST ALBORZ 1:100,000
NAT. IRAN. OIL CO. GEOL. REP. (NOT PUBLISHED)

BOZORGNIA, F. * 1973

PALEOZOIC FORAMINIFERAL BIOSTRATIGRAPHY OF CENTRAL AND EAST ALBORZ
MOUNTAINS IRAN
NAT. IRANIAN OIL CO. 185P.

FRICE D. * COLLEAU A. * DE LAPPARENT A. F. * 1969

SUR LA STRATIGRAPHIE DU DEVONNIEN DE ROBAT-E-PAI (AFGHANISTAN ORIENTAL)
PARIS CH. ACAD. SCI. T. 268, PP. 2656-2666

BRICE D. * LAFUSTE J. * DE LAPPARENT A.F. * PILLET J * YASSINI I * 1973

ETUDE DE DEUX GISEMENTS PALEOZOIQUES (SILURIEN ET DEVONIEN) DE L'ELBOURZ ORIENTAL. (IRAN)

ANN. SOC.GEOL. NORD V.XCIII, PP.177-216

BRICE D * DE LAPPARENT A * 1969

STRATIGRAPHIE DU DEVONIEN DE GHOUK (PROVINCE DU GHOR, AFGHANISTAN)

C.R.ACAD.SCI.PARIS, T.269, PP.1595-1596

BRONNIMANN P * ZANINETTI L * MOSHTAGHIAN A * HUBER H * 1973

FORAMINIFERA FROM THE SORAK SHALE FORMATION OF THE TABAS AREA, EAST-CENTRAL IRAN

RIV.ITAL.PALEONT.V.79 N.1 PP.1-32 TAV.1-4

BRONNIMANN P * ZANINETTI L * BOZORGNIA F * DASHTI G.R * A MOSHTAGHIAN LITHOSTRATIGRAPHY AND FORAMINIFERA OF THE UPPER TRIASSIC NAIBAND FORMATION IRAN

REV.MICROPAL. V.14 N.5 PP.7-16

BRONNIMANN P * ZANINETTI L * BOZORGNIA F * HUBER H * 1972

AMMODISCIDS AND PTYCHOCALADIIDS (FORAMINIFERA) FROM THE TRIASSIC ELIKA FORMATION, NESSA HASSANAKDAR SECTION CENTRAL ALBORZ, IRAN

RIV.ITAL.PALEONT.V.78, N.1, PP.1-25 TAV.1-4

BRONNIMANN P. * ZANINETTI L. * MOSHTAGHIAN A. * HUBER H. * 1974

FORAMINIFERA AND MICROFACIES OF THE TRIASSIC ESPAHK FORMATION, TABAS AREA, EAST-CENTRAL IRAN

RIV.ITAL.PALEONT. V.80 N.1 PP.1-46

BRONNIMANN, P. * ZANINETTI, L. * BOZORGNIA, F. * 1972

TRIASSIC SKYTHIAN FORAMINIFERA FROM THE ELIKA FORMATION OF CENTRAL ALBORZ NORTHERN IRAN AND FROM SIUSI FORMATION OF THE DOLOMITES, NORTHERN ITALY

MITT.GES.GEOL.BERGBAUSTUD. T.21, PP.861-884

CHACOLLAIS, J.-J. * DAVAUD, E. * 1976

MICROFACIES ET ORDINATEUR

EDITION TECHNIP PARIS 224P

COOPER REED, F.R. * 1912

DEVONIAN FOSSILS FROM CHITRAL, PERSIA, AFGHANISTAN AND THE HIMALAYAS

REC.GEOL.SURV. INDIA V.41, N.2

CORSIN, P. * STAMPFELI, G.

LA FORMATION DE SHEMSHAK DANS L'ELBURZ ORIENTAL: FLORE, STRATIGRAPHIE, PALEOGEOGRAPHIE GEOBIOS (A PARAITRE)

DAVIES, R.G. * JONES, G.R. * HAMZEPOUR, B. * CLARK, G.C. * 1972

GEOLOGY OF THE MASULEH SHEET 1/100,000 NORTHWEST IRAN

GEOL.SURV. IRAN REP.24, PP.1-10

DEDUAL, E. * 1967

ZUR GEOLOGIE DES MITTLEREN UND UNTEREN

ALRAJ-TALES, ZENTRAL-ELBURZ (IRAN)

MITT.GEOL.INST.ETH U.UNIV.ZURICH N.S., N.76, PP.1-123

DELLENBACH, J. * 1964

CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION SITUEE A L'EST DE TEHERAN IRAN

THESIS UNIV.STRASBOURG

-
- DESPARMET, R. * MONTENAT, C. * 1972
LES TRANSGRESSIONS PALEOZOIQUES EN HAZARADJAT AFGHANISTAN CENTRAL
REV. GEOGR. PHYS. GEOL. DYN. V. XIV FASC. 4
-
- DEWEY J. F. * BIRD, J. * 1970
MOUNTAIN BELTS AND THE NEW GLOBAL TECTONICS
J. GEOPHYS. RES. V. 75 N. 74
-
- DIETRICH, W. O. * 1937
ORDOVIZ IN NORDWEST-IRAN
ZENTRALBL. MIN. ETC., ABT. B. V. 10 PP. 401-404
-
- DIETZ, R. S. * 1972
GEOSYNCLINES, MOUNTAINS AND CONTINENT BUILDING
SCI. AMER. V. 221 N. 6
-
- DJAFARIAN, A. M. * EFICE, D. * 1973
BIOSTRATIGRAPHIE DES BRACHIOPODES DANS LA REGION D ISPHAHAN (IRAN
CENTRAL) MISE EN EVIDENCE DE LA ZONE D ETROEUNGIT
CR. ACAD. SCI., T. 276, PP. 2125-2128
-
- FEDYNSKY V. V. * FOMENKO K. E. * GARKALENKO J. A. * GONCHAROV V. P. *
KHRYCHEV B. A. * MALOVITSKY Y. P. * MILASCHIN A. P. * NEPROCHNOV J. P. *
USHAKOV S. A. * 1972
THE EARTH'S CRUST OF THE INLAND SEAS AND CONTINENTAL DEPRESSIONS OF
THE WEST TETHYS REGION
24TH INT. GEOL. CONG. SECT. 3, PP. 51-57
-
- FONTAINE, R. * 1977
GEOLOGIE ET STRATIGRAPHIE DU SYNCLINAL DU GHALIMORAN (VALLEE DE
KAMIAN, ELBOUR ORIENTAL, IRAN)
DIPLOME UNIVERSITE DE GENEVE
-
- FORD, T. T. * BREED, W. J. * 1972
THE PROBLEMATICAL PRECAMBRIAN FOSSIL CHUARIA
INT. GEOL. CONG. MONTREAL SECTION 1 PRECAMBRIAN GEOLOGY
-
- GAETANI, M. * 1967
DEVONIAN OF NORTHERN AND EASTERN IRAN, NORTHERN AFGHANISTAN AND
NORTHERN PAKISTAN
CALGARY ALBERTA SOC. PETROL. GEOL. INT. SYMP. ON DEV
ONIAN SYSTEM T. 1 PP. 519-527
-
- GANSSE, A. * 1951
GEOLOGICAL RECONNAISSANCE IN THE GORGAN AND SURROUNDING AREAS
NAT. IRAN. OIL CO GEOL. REP. (NON PUBLIE)
-
- GANSSE, A. * HUBER, H. * 1962
GEOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE CENTRAL ELBURZ, IRAN
SCHWEIZ. MIN. PETR. MITT. - V. 42, N. 2 PP. 63-630
-
- GLAUS, M. * 1964
TRIAS UND OBERPERM IM CENTRALEN ELBURS (PERSIEN)
EOL. GEOL. HELV. V. 57, N. 2
-
- GLAUS, M. * 1965
DIE GEOLOGIE DES GEBIETES NORDLICH DES KHANDEVAN PASSES ZENTRAL
ELBURZ, IRAN
MITTEIL. GEOL. INST. DES EidG. TECHN. HOCHSCHULE UND UNIV. ZURICH N. 5
N. 48 PP. 1-158
-
- GOLSHANI F. * JANVIER P. * BRICE D. * CORSIN P. * DE LAPPARENT AF. * 1972

DECOUVERTE D'UNE FAUNE DE POISSONS ET DE RESTES VEGETAUX DANS LE
DEVONNIEN SUPERIEUR DE BIDU EN IRAN CENTRAL
CR.ACAD.SCI.PARIS T275 PP.2103-2106 PARIS

GOLSHANI, F. * JANVIER, P. * BRICE, D. * DE LAPPARENT, * 1973
SUR LA PALEOGEOGRAPHIE ET LA PALEOBIOLOGIE DU DEVONNIEN DANS LA REGION
DE KERMEN EN IRAN
CR.ACAD.SCI.PARIS T.276 SER.D, PP.697-700

GOTTINI, V. * 1967
THE T102 FREQUENCY IN THE VOLCANIC ROCKS
GEOL.RUNDSCH.V.57, PP.930-938

GRABAU A.W. * 1924
STRATIGRAPHY OF CHINA PART 1 PALEOZOIC AND OLDER
GEOL.SURV.CHINA

HUBER H. * 1957
GEOLOGICAL REPORT ON THE SOUTH GORGAN MOUNTAIN FRONT BETWEEN NIKA AND
SHAH-PASAND
NAT.IRAN. OIL CO.GEOL.REP.(NON PUBLIE)

HUBER H. * MOHAFEZ S. * 1973
GEOLOGICAL RECONNAISSANCE IN NORTH CENTRAL ELBURZ RANGE
NAT.IRAN. OIL CO.GEOL.REP.(NON PUBLIE)

HUCKRIEDE, R. * KURSTEN, M. * VENZLAFF, H. * 1962
ZUR GEOLOGIE DES GEBIETES ZWISCHEN KERMEN UND SAGAND IRAN
EEI.GEOL.JB.PP.1-197

JAAFARI A. * DIBAJ A. * 1955
ETUDE DETAILLEE STRATIGRAPHIQUE LE LONG DE LA ROUTE SHAHRUD
SHAH-PASAND (GORGAN)
NAT.IRAN. OIL CO.GEOL.REP.(NON PUBLIE)

JAAFARI A. * GHADIMI M. * 1971
FORAGE ET GEOLOGIE DU PUIT LE PLUS PROFOND ET LE PLUS CHAUD DU NORD DE
L'IRAN (FLAINE DE GORGAN)
C.R.DU 4EME COL.ASSOC. RECH.TECH.EXPL. PETROLE
AKTEP ED. TECHNIP PARIS

JOHNSON, J.G. * BOUCOT, A.J. * 1973
DEVONIAN BRACHIOPODS IN ATLAS OF PALEOBIOGEOGRAPHY.
A.HALLAN EDITOR ELSEVIER NEW-YORK

KÄHLER, F. * 1970
DIE FUSULINIDEN DER DORUD FORMATION IM DJADJERUD-TAL NÖRDLICH VON
TEHRAN (IRAN)
RIV.ITAL.PALEONT. V.62 N.3 PP.439-466

KARPOFF * 1960
L'ANTECAMBRIEN DE LA PENINSULE ARABIQUE
REF.XXI SESS. NORDEN PART IX INT.GEOL.CONG.

KIMYAI, A. * 1972
DEVONIAN PLANT MICROFOSSILS FROM CENTRAL ELBURZ IRAN
FOLLEN ET SPORES V.XIV, N.2 PARIS

KOZYSKA * 1970
ZUR BEWEGUNG DER IRANISCH-AFGHANISCHEN PLATTE
GEOL.RDSCH. 665 H3

LAPPARENT A.F. DE * 1972

L AFGHANISTAN ET LA DERIVE DU CONTINENT INDIEN

REV.GEOGR.PHYS. GEOL.DYN. 2EME SER. V.14,FASC.4 PP.449-456

LAPPARENT A.F.DE * 1972

ESQUISSE GEOLOGIQUE DE L'AFGHANISTAN (BIBLIOG. GEOL.DE L'AFGH.)

REV. GEOGR.PHYS. GEOL.DYN.2EME/SER.V.14 FASC.4 PP.327-344

LAPPARENT A.F.DE * * TERMIER,H.ET G. * 1970

SUR LA STRATIGRAPHIE ET LA PALEO BIOLOGIE DE LA SERIE PERMO-CARBONIFERE
DU DACHT-E-NAWAR (PROVINCE DE GHAZNI, AFGHANISTAN)

BULL.SOC.GEOL.FR(7)EXII,PP.565-572

MAC DONALD,G.A * KATSURA,T. * 1964

CHEMICAL COMPOSITION OF HAWAIIAN LAVAS

J.PETROLOGY,V.5,PP.82-133

MOHAFEZ S * HUBER H. * 1972

GEOLOGICAL OBSERVATION IN WEST DAMGHAM AND KEYASAR AREA

NAT.IRAN. OIL CO.GEOL.REP.(NON PUBLIE)

MOHAFEZ,S * HUBER,H * 1971

GEOLOGICAL MAP OF SHAHRUD SABZEVAR AREA 1:270.000

NAT.IRAN. OIL CO.GEOL.REP.(NON PUBLIE)

NALIVKIN,D.V. * 1973

GEOLOGY OF THE U.S.S.R

OLIVER AND BOYD EDIT. EDINBURGH

NOWROOZI A.A. * 1971

SEISMO-TECTONICS OF THE PERSIAN PLATEAU,EASTERN TURKEY,CAUCASUS AND
HINDU-KUSH REGIONS

BULL.OF THE SEISM.SOC.AMERICA V.61,N.2,PP.317-341

OVECHKIN N.K * 1959

STRUCTURE GEOLOGIQUE DE L'U.R.S.S. STRATIGRAPHIE

CENT.NAT.RECH.SCI..PARIS T.1 FASC.1-2-3-4-5-6.

FETTIJOHN * POTTER * SIEVER * 1972

SAND AND SANDSTONE

SPRINGER VERLAG BERLIN

POWERS R.W * 1968

LEXIQUE STRATIGRAPHIQUE INTERNATIONAL FASC.10B1 ARABIE SAOUDITE

CNRS PARIS

PRUVOST,P * 1951

L INFRACAMBRIEN

BULL.SOC.BELG.GEOL.PALEONT. HYDROL. T.LX,PP.43-63

RAZZAGHAMNESH,R. * 1968

DIE KUPFER-BLEI-ZINK ERZLAGERSTATTEN VON TAKNAR UND IHR GEOLOGISCHER
RAHMEN (ORDOST-IRAN)

THESIS RHEIN.-WESTPH.TECHN.HOCHSCH.,AACHEN.130P.

RIEBEH,H. * 1934

CONTRIBUTION A LA GEOLOGIE DE L'AZERBAIDJAN PERSAN

BULL.SOC.NEUCHATELOISE SCI.NATUR.,V.59,PP.20.144

RIEBEH E.H * 1966

GEOLOGICAL OBSERVATION /ON ALLUVIAL DEPOSITS IN NORTHERN IRAN

GEOL.SURV.IRAN REP. 9

RIVIERE,A. * 1934

ZANINETTI, L. * BRONNIMANN, P. * BOZORGNIA, F * HUBER, H * 1972
ETUDE LITHOLOGIQUE ET MICROPALÉONTOLOGIQUE DE LA FORMATION D'ELIKA
DANS LA COUPE D'ARUH, ALBORZ CENTRAL, IRAN SEPTENTRIONAL
GENEVE ARCH.SC.GENEVE V.25 FASC.2 35P.

